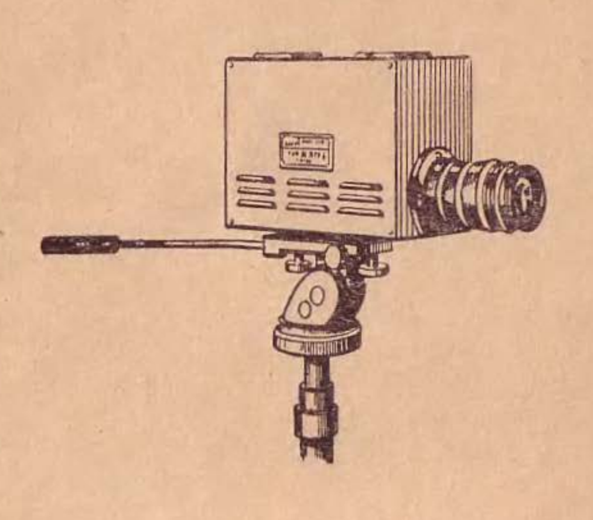
МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

Г. И. БЯЛИК и Г. Б. БОГАТОВ

ПРИКЛАДНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ УСТАНОВКИ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 320

Г. Б. БОГАТОВ и Г. И. БЯЛИК

ПРИКЛАДНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ УСТАНОВКИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1959 ЛЕНИНГРАД

http://reeb.h10.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Джигит И. С., Канаева А. М., Кренкель Э. Т., Куликовский А. А., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

В брошюре рассматриваются особенности прикладных телевизионных установок и применяемые в них передающие трубки. Приводится описание типовых и специальных установок, которые находят применение в промышленности, на транспорте, для научных исследований.

Брошюра предназначена для читателей, интересующихся применением телевидения в народном хозяйстве.

Богатов Геральд Борисович и Бялик Гавриил Иосифович

ПРИКЛАДНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Редактор *М. Л. Колчинский* Техн. редактор *Н. И. Борунов*

Сдано в набор 21/VI 1958 г. Подписано к печати 16/XII 1958 г.
Т-12416. Бумага 84×108 1/32 2,87 печ. л. Уч.-изд. л. 3,35
Тираж 50 000 экз. Цена 1 р. 35 к. Зак. 1308

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное развитие техники телевидения привело к созданию телевизионных установок, предназначенных для использования в различных отраслях промышленности, в научных исследованиях, на транспорте.

Первые шаги в этом направлении были сделаны еще до второй мировой войны. Однако особенно большие возможности для применения телевидения в народном хозяйстве появились в последние годы благодаря разработке высокочувствительных и вместе с тем небольших, простых и сравнительно дешевых телевизионных передающих трубок; значительную роль сыграло также создание малогабаритных ламп и деталей. Все это позволило сделать телевизионные камеры несложными в обслуживании, небольшими по габаритам и весу, весьма эффективными по экономическим соображениям.

Телевидение значительно расширяет возможности творческой деятельности человека. Оно особенно ценно в тех случаях, когда непосредственное наблюдение явлений в производственных, научных или других целях нежелательно, опасно для здоровья и жизни, либо вообще невозможно. Применение телевидения позволяет облегчить труд рабочих, занятых на трудоемких производственных операциях, улучшить контроль сложных технологических процессов, не поддающихся непосредственному наблюдению; возможность следить на центральном пульте управления за технологическими процессами, происходящими на больших территориях, позволяет сократить вспомогательный и основной обслуживающий персонал.

В настоящее время примеры применения телевидения в народном хозяйстве столь многообразны, что описать их в небольшой книге не представляется возможным. Мы укажем лишь некоторые направления успешного использования телевидения, а затем рассмотрим особенности телевизионных систем, предназначенных для промышленности и научных исследований. Их часто называют промышленными телевизионными установками, хотя правильнее на наш взгляд термин «прикладные телевизионные установки».

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Наибольшее распространение в настоящее время получило прикладное телевидение в промышленности. Это связано с тем, что многие производственные процессы недоступны или мало удобны для визуального наблюдения, хотя последнее крайне необходимо для управления, контроля, регулировки или измерений. Внедрение телевидения тесно связано с автоматизацией производства. Действительно, управление автоматическими и полуавтоматическими производственными процессами, осуществляемое диспетчерской службой, может быть значительно усовершенствовано с помощью телевизоров, на экране которых непрерывно демонстрируется работа отдельных станков, поточных линий и [illegible].

На Магнитогорском металлургическом комбинате в [illegible] г. началось внедрение телевидения для централизованного диспетчерского управления в доменных, мартеновских, прокатных и других цехах. Благодаря применению телевизионных установок здесь были усовершенствованы многие производственные процессы. Улучшилась, например, организация работы кранов и подвижного железнодорожного состава, что в свою очередь позволило поднять температуру слитков, подаваемых на нагревательные колодцы блюмингов.

Много сообщений о применении телевидения в промышленности имеется в зарубежной печати.

Сообщалось о том, что телевидение использовали для быстрой и точной корректировки расположения деталей на столах мощных 35 000- и 50 000-тонных прессов.

Известны многочисленные примеры установки телевизионных камер в местах, вовсе недоступных для наблюдения: внутри котлов, турбин, узких труб. Телевизионная камера была смонтирована в дымоходе, и это сделало возможным наблюдение за полнотой сгорания топлива.

http://ellib.h16.ru

Использование передающих трубок, обладающих определенными спектральными характеристиками, в сочетании с соответствующими светофильтрами позволило фиксировать затрязнение воздуха дымом, незаметное человеческому глазу. Была разработана миниатюрная телевизионная камера, предназначенная для проверки качества сварки внутренних стенок труб диаметром до 60 *мм*. В Англии демонстрировалось телевизионное оборудование, приспособленное для наблюдения за процессами внутри котла с расплавленным металлом.

Непосредственное наблюдение за ядерными реакциями вовсе исключается из-за интенсивного радиоактивного излучения, опасного для жизни наблюдателей. Контроль и управление подобными процессами осуществляются по косвенным показаниям выносных (дистанционных) стрелочных приборов, что не всегда удобно и не обеспечивает необходимой оперативности и точности. Телевидение позволяет в таких случаях осуществлять визуальное наблюдение. Имеются сообщения, что для управления захватными приспособлениями, применяемыми при работе с радиоактивными материалами в атомных лабораториях, используются стереоскопические телевизионные установки.

Для централизованного наблюдения за показаниями термометров, манометров, измерителей уровней и других измерителей неэлектрических величин на энергетических станциях данные сначала преобразуются в электрические величины, а затем передаются к центральному пульту управления. Подобная система неизбежно вносит погрешности. Здесь также применяются телевизионные установки, позволяющие на центральном пульте визуально наблюдать за работой котлов, турбин и других механизмов.

Отечественные промышленные установки устанавливаются на различных объектах теплоэлектростанций. Они позволяют следить на рабочем месте котельного машиниста за линией раздела воды и пара в стеклах водомерной колонки парового котла, осуществлять централизованное наблюдение за показаниями приборов на щитах управления турбогенераторами и паровыми котлами, постоянно контролировать уровень воды в градирне и состояние сороудерживающих решеток. В результате повышается производительность труда, облегчается работа обслуживающего персонала.

http://ellib.h16.ru

С помощью специальных телевизионных систем можно получить значительно увеличенные изображения. Сообщалось, что на одном предприятии применяются телевизионные установки для сборки мелкого инструмента. На экране сборщик наблюдает детали, увеличенные в 300 раз, что повысило точность и скорость регулировки в 12 раз и понизило утомляемость зрения сборщиков. На другом предприятии с помощью телевизионной камеры удавалось наблюдать величины порядка 0,25 *мк*, которые на экране телевизора были увеличены до 1,6 *мм*.

На железнодорожном транспорте телевидение применяется при сортировке и составлении поездов, для регистрации номеров вагонов проходящих поездов, для наблюдения за ходом погрузки и разгрузки вагонов и платформ. Все это дает возможность увеличить оборот подвижного состава и уменьшить аварийность.

На сортировочной станции Люблино Московского железнодорожного узла передающие телевизионные камеры были помещены на прожекторной мачте высотой 28 *м*. Применение телевизионной установки привело к улучшению работы станции.

Телевизионная аппаратура используется в речных и морских портах, а также на различных судах. Благодаря установке камер на высокобортных судах стал возможным обзор мертвых зон акватории, которые не видны из ходовой рубки. В Южном порту г. Москвы телевидение применили для осмотра диспетчером территории порта, рейда, причалов, кранов, грузовых площадок и других мест производства работ. Аналогичные установки используются в Одесском порту. Испытания на шлюзе № 7 канала имени Москвы показали, что с помощью телевидения можно повысить безопасность движения судов, а вместе с тем улучшить условия работы вахтенного персонала.

Телевидение приходит на помощь производству в горнорудном деле.

При бурении глубоких скважин с целью разведки полезных ископаемых необходимо осматривать буровой инструмент или скважину. Для осмотра инструмент приходится поднимать на поверхность, подчас с глубины в несколько километров, а для исследования пластов необходимо все время брать пробы. Портативная телевизионная камера, опущенная в скважину, может помочь разведчикам недр определять породу или толщину пласта. Такая установка была разработана на кафедре Телевиде-

http://elib.h16.ru

ния Ленинградского института связи им. Бонч-Бруевича для наблюдения как в сухих, так и в наполненных водой скважинах диаметром более 15 *см*.

Механизация и полная автоматизация подземных работ, например, в угольных шахтах, на пути к которым находится отечественная угольная промышленность, могут быть весьма эффективно осуществлены с помощью телевизионной аппаратуры. Известно, что телевизионные камеры использовались для дистанционного наблюдения за работой угольного комбайна. Одна из них, установленная в передней части комбайна, позволяет контролировать режущую систему, а при помощи другой камеры, установленной позади комбайна, контролируется подача угля в вагонетки по ленточному транспортеру. Такое применение телевизионной аппаратуры особенно эффективно при разработке узких угольных пластов.

Не обходится без применения телевидения и строительная техника. Ленинградский завод подъемно-транспортного оборудования столкнулся с трудной проблемой, когда создавались уникальные двухконсольные бетоноукладочные краны, предназначенные для использования на строительстве плотины Братской ГЭС. Эти краны в состоянии поднять груз на высоту более 140 *м*. При такой высоте подъема крановщику плохо видно то место, куда надо подать бадью с бетоном. Положение осложнялось тем, что в районе строительства очень часты туманы. Затруднения удалось преодолеть благодаря оборудованию крана телевизионной установкой.

Огромную роль в научных исследованиях при различных подводных работах начинают играть подводные телевизионные установки. Они применяются в процессе подъема судов, при строительстве и эксплуатации подводных частей гидротехнических сооружений, для исследования флоры и фауны морских глубин и т. п. Телевидение позволяет наблюдать состояние предметов, находящихся под водой, целой группе специалистов, что практически исключалось при старых водолазных методах исследования.

С помощью телевизионной установки в 1951 г. удалось быстро найти затонувшую подводную лодку «Эфрей». В 1954 г. телевизионная камера, буксируемая спасательным судном, позволила обнаружить на морском дне обломки потерпевшего катастрофу английского самолета.

В Институте океанологии Академии наук СССР разработаны усовершенствованные установки для исследований на глубине до 400 *м.* Камеры снабжаются мощным источником освещения видимым и ультрафиолетовым светом. Последнее важно, поскольку некоторые организмы боятся яркого видимого света. Подводные телевизионные установки будут использоваться для периодического осмотра плотин гидроэлектростанций.

Все большее распространение получают телевизионные установки для целей научного исследования и обучения.

Сочетание микроскопа и телевизионной камеры открывает новые возможности перед биологами. В Ленинградском институте связи им. Бонч-Бруевича создан телевизионный микроскоп, который позволяет наблюдать микроорганизмы, облучаемые ультрафиолетовыми лучами. Раньше некоторые из них вовсе не поддавались исследованию, так как гибли от сильного освещения, в котором их можно было наблюдать. Важным преимуществом телевизионного микроскопа перед обычным является то, что телевизионное изображение может одновременно смотреть большая группа людей. Кроме того, такой микроскоп можно устанавливать там, где присутствие людей недопустимо.

Телевизионный микроскоп может значительно облегчить задачу подсчета числа частиц в определенном пространстве. Для этого выход усилителя камеры подключается к счетчику электрических импульсов.

Применение рентгеноскопических телевизионных систем в медицине существенно облегчит и обезопасит труд рентгенологов и улучшит установление диагноза. Контрастное и яркое телевизионное изображение объекта, облучаемого рентгеновскими лучами, можно наблюдать в нормально освещенных комнатах, вдали от рентгеновской установки, причем его будет одновременно видеть целая группа студентов и врачей.

Телевизионные установки применяются для демонстрации большим группам врачей и студентов сложных хирургических операций, производимых крупными специалистами. При этом наблюдатели находятся вне операционной и не мешают ведению операции. Такая телевизионная система установлена в Московском научно-исследовательском институте экспериментальной хирургической аппаратуры и инструментов, где она служит для ознакомления боль-

http://elib.h16.ru

ших групп студентов и врачей с применением новейшей хирургической аппаратуры.

Телевизионная техника приходит на службу астрономии. Сочетание передающей телевизионной камеры и телескопа значительно повышает возможности астрономических исследований, так как специальным телевизионным системам присущ большой коэффициент усиления света. Благодаря этому значительно сокращается экспозиция при фотографировании изображений небесных светил, что эквивалентно повышению мощности телескопа. Так, например, в Пулковской обсерватории с экрана телевизионной установки была сфотографирована поверхность луны при экспозиции $^1/_{50}$ *сек.*

В печати сообщалось о применении телевидения на разработках леса и для обнаружения лесных пожаров. Телевидение используется для изучения процесса обледенения самолета в полете, для контроля и испытания механизмов подвески автомобиля во время движения их по различным дорогам, для картографической съемки, при производстве кинофильмов и т. п.

Весьма перспективными являются телевизионные установки, которые не только позволяют наблюдать за процессами, но вырабатывают также в соответствии с полученной информацией необходимые сигналы управления.

В будущем телевидение станет незаменимым инструментом космических лабораторий. Вероятно, в скором времени телевидение позволит взглянуть на Землю с искусственных спутников. Благодаря этому представится возможным производить систематические наблюдения за перемещением масс облаков и дрейфом льдов в арктических морях и океанах, уточнять карты и т. п.

Благоприятные условия для астрономических наблюдений создаются на искусственных спутниках Земли. С помощью телевидения можно будет передать данные этих наблюдений на Землю.

ОСОБЕННОСТИ ПРИКЛАДНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТАНОВОК

Схемное и конструктивное решение прикладной телевизионной системы определяется ее целевым назначением. При установлении параметров и основных качественных характеристик системы телевизионного вещания нужно предусматривать возможность передачи изображения все-

http://oldlib.h16.ru

возможных объектов в любых условиях. От прикладных систем подобная универсальность не требуется. Их техническое решение в связи с этим зачастую может быть более простым и подчиняется требованиям какой-нибудь одной определенной задачи.

Необходимо, например, чтобы передающая камера установки для исследования буровых скважин обладала особой конфигурацией, работала при малых освещенностях и была полностью дистанционно управляемой с наземного пульта; однако к приемной стороне этой системы не предъявляется особых требований простоты конструкции или компактности. В системах, предназначенных для демонстрации хирургических операций, следует обеспечить высокую разрешающую способность и весьма желательно получить цветное и даже стереоскопическое изображение.

Нужно заметить, что в подавляющем большинстве прикладных телевизионных систем наиболее жесткие требования предъявляются к передающим камерам в отношении их веса, компактности и простоты регулировки.

Массовое распространение прикладного телевидения оказывается возможным лишь при серийном производстве аппаратуры, что делает ее экономически выгодной. В связи с этим, несмотря на индивидуальность требований, предъявляемых к прикладным установкам, наряду с разработкой уникальных телевизионных установок наметились тенденции к созданию типовых установок, пригодных для применения в различных отраслях промышленности. Несколько таких установок уже разработано у нас в СССР и выпускается отечественной радиотехнической промышленностью.

Рассматривая характерные особенности прикладных телевизионных установок, следует прежде всего отметить, что в подавляющем большинстве их между передающей камерой и приемником существует проводная связь. При этом, поскольку расстояние между передающей камерой и приемным устройством не превышает, как правило, нескольких сотен метров, промежуточных усилителей не требуется.

Включение всей установки и управление ее работой, в частности создание сигналов синхронизации разверток или развертывающих напряжений, часто осуществляется в приемнике. В некоторых случаях имеется третий блок — специальный пульт управления, помещаемый в удобном месте.

http://ellib.h10.ru

Прикладная установка может содержать несколько передающих камер, включаемых по желанию наблюдателя, и один приемник, как это, например, требуется в цеховой диспетчерской системе. Может быть и такая система, в которой действуют одна передающая камера и несколько приемников, например для демонстрации важнейших научных экспериментов в нескольких лабораторных помещениях. При наличии нескольких приемников в одном из них могут быть совмещены функции наблюдения и управления всей системой.

Сложность телевизионной системы определяется, в общем, требуемым качеством воспроизводимого изображения. Поэтому упрощение системы зависит от допустимого в данных конкретных условиях ухудшения качественных показателей изображения. В тех случаях, когда могут быть сделаны некоторые послабления в отношении отдельных качественных характеристик, система получается более простой, более дешевой и компактной. Поясним эти рассуждения на примере выбора одного из основных параметров телевизионной системы — числа строк разложения.

Известно, что число строк разложения в системах телевизионного вещания устанавливают исходя из особенностей восприятия изображения. При рассматривании телевизионного изображения нужно, чтобы его строчная (растровая) структура не была заметной. Учитывая данные, определяющие разрешающую способность зрения, получим, что число строк разложения должно быть порядка 600—800.

При определении числа строк разложения в прикладных, особенно промышленных, системах можно зачастую мириться с заметностью растровой структуры. Определяющим здесь является величина минимальной детали, которая должна быть уверенно и правильно обнаружена в поле зрения.

В зависимости от фокусного расстояния объектива, проектирующего изображение на светочувствительную поверхность передающей трубки, деталь изображается крупно или мелко. Чем крупнее изображение детали на экране приемника, тем меньше необходимое число строк разложения. Если в поле зрения объектива должно одновременно находиться несколько мелких деталей, а передача окружающего фона неважна, то всегда можно установить нужное фокусное расстояние объектива и относительные размеры наименьшей детали.

http://ellb.h10.ru

В наименьшем линейном размере детали должны укладываться два—четыре растровых элемента. Следовательно, при заданных высоте поля изображения H и минимальном линейном размере d число строк разложения Z определится по формуле

$$Z = (2 \div 4) \frac{H}{d}.$$

Например, если наименьший линейный размер детали составляет 2 *мм*, а высота поля 400 *мм*, то должно быть 400—800 строк разложения. Однако если, исходя из конкретных условий работы, можно ограничить вдвое величину поля изображения, то число строк разложения может быть уменьшено до 200—400. Детали на экране при этом будут вдвое крупнее.

Важно отметить, что уменьшение числа строк позволяет сузить полосу частот, а это приводит к упрощению всей системы.

Другой параметр телевизионной системы — частоту кадров в некоторых случаях выбирают, учитывая не физиологические особенности наблюдения (критическую частоту мельканий), а скорость перемещения объектов в поле зрения. При этом необходимо, чтобы за кадровый промежуток времени объект не переместился существенно в поле зрения. В тех случаях, когда частота кадров, установленная из этих соображений, меньше принятой в системах вещания, сокращается полоса частот передачи, ибо, как известно, последняя прямо пропорциональна частоте кадров. Если частота кадров выбрана малой, то во избежание неприятного при наблюдении мерцания изображения выбирают приемные трубки с большим временем послесвечения.

Число достоверно воспроизводимых градаций яркости может быть также в некоторых случаях снижено. Это позволяет несколько уменьшить требования к величине допустимого отношения сигнал/помеха, благодаря чему становится возможным использовать камеру при малых освещенностях, не прибегая к применению высокочувствительных передающих трубок.

В отличие от телевизионного вещания, где число воспроизводимых градаций яркости (полутонов изображения) должно быть большим, в прикладном телевидении в некоторых случаях даже целесообразно уменьшать это число, чтобы воспроизводились либо очень яркие, либо темные тона. Таким образом достигается повышенная контраст-

 http://olib.h16.ru

ность изображения, увеличивается распознаваемость деталей.

Вопрос о допустимости геометрических искажений тесно связан с упрощением всей системы разверток и синхронизации. В некоторых установках развертывающие напряжения (токи) имеют не пилообразную, а синусоидальную форму, более простую с точки зрения формирования и передачи по проводам.

Строчная развертка не является единственной используемой в прикладных установках. В ряде установок осуществляется спиральная развертка. Развертывающие электронные пучки передающей и приемной трубок синхронно и синфазно движутся от центра к периферии (или наоборот) по спирали, витки которой вплотную примыкают друг к другу. Форма напряжений на отклоняющих пластинах (или форма токов в катушках) должна быть при этом синусоидальная и косинусоидальная, с линейно возрастающими амплитудами; гармонические колебания модулируются пилообразными. Период гармонического колебания определяет скорость движения пучков по окружности, а период пилообразного колебания — скорость перемещения пучков от центра к периферии.

Заключая рассмотрение особенностей прикладных телевизионных систем, подчеркнем, что отсутствие блоков, предназначенных для радиопередачи и радиоприема (использование проводной связи), а также некоторое упрощение отдельных блоков установок, связанное с менее жесткими требованиями к ряду качественных характеристик, позволяют конструировать эти системы более простыми, компактными и дешевыми, чем системы, предназначенные для телевизионного вещания.

ПЕРЕДАЮЩИЕ ПРИБОРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРИКЛАДНЫХ УСТАНОВКАХ

В прикладном телевидении в качестве передающих приборов применяются трубки Шмакова—Тимофеева (ЛИ-3, ЛИ-6, ЛИ-7, ЛИ-8, ЛИ-9), трубки с фотосопротивлением (ЛИ-18) и трубки с двусторонней мишенью и внутренним усилением (суперортиконы ЛИ-13, ЛИ-14, ЛИ-15, ЛИ-17).

Ниже дается краткое описание принципа действия этих приборов и приводятся их основные параметры.

Трубка Шмакова—Тимофеева. Трубку Шмакова—Тимофеева называют также трубкой с разверткой быстрыми

http://oldb.h16.ru

электронами и переносом изображения или супериконоскопом. Устройство ее показано на рис. 1.

На внутреннюю сторону плоской передней части колбы трубки нанесен полупрозрачный фотокатод. На некотором расстоянии от фотокатода параллельно его плоскости расположена мишень. Она представляет собой тонкую пластинку из диэлектрика (слюды) или из полупроводника (стекла) толщиной около 100 *мк*, покрытую с задней стороны тонкой металлической пленкой (сигнальный электрод).

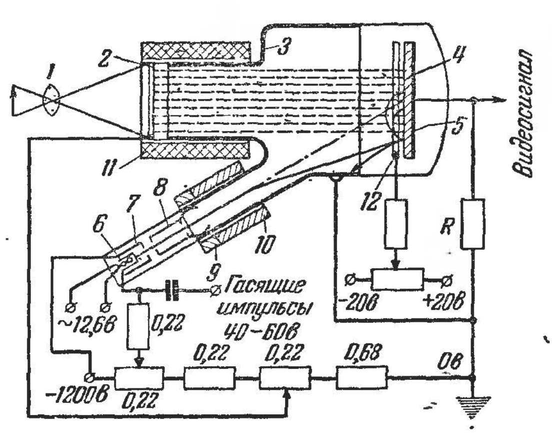


Рис. 1. Устройство трубки Шмакова — Тимофеева (примерная схема питания соответствует трубкам типов ЛИ-6 и ЛИ-7).

1 — объектив; *2* — полупрозрачный фотокатод; *3* — анод-коллектор (соединен с анодом электронного прожектора); *4* — мишень; *5* — сигнальная пластина; *6* — катод; *7* — управляющий электрод; *8* — анод электронного прожектора; *9* — катушка для фокусировки электронного пучка; *10* — отклоняющие катушки; *11* — катушки для фокусировки электронного изображения; *12* — рамка.

На поверхность полупрозрачного фотокатода с помощью объектива проецируется передаваемое изображение, и фотокатод испускает внутрь трубки электроны, причем испускание электронов каждым участком поверхности пропорционально световому потоку, падающему на этот участок. Под действием сил электростатического поля (между фотокатодом и мишенью прикладывается разность потенциалов порядка нескольких сотен вольт) электроны устремляются в направлении мишени. На выступающую вперед часть трубки надевается фокусирующая катушка, по которой пропускается постоянный ток. В пространстве между фотокатодом и мишенью электроны движутся вдоль

http://elib.h16.ru

силовых линий магнитного поля, созданного катушкой, не отклоняясь в стороны.

Наличие равномерного магнитного поля приводит к тому, что плотность распределения электронов в любой плоскости фокусировки, параллельной мишени, в точности соответствует той плотности, с какой электроны покинули фотокатод, т. е. распределение плотности электронов воспроизводит распределение освещенности передаваемого изображения.

Со стороны, обращенной к фотокатоду, мишень обычно покрыта мельчайшими, изолированными друг от друга зернами серебра или другого металла, обладающего высоким коэффициентом вторичной электронной эмиссии. Она может также ничем не покрываться (в этом случае используется вторичная эмиссия с диэлектрика или полупроводника).

Ударяясь о мишень с большой скоростью, каждый из фотоэлектронов выбивает несколько вторичных электронов, и на мишени образуется распределение потенциалов, соответствующее распределению освещенности передаваемой сцены. Более светлым участкам соответствуют более положительные потенциалы мишени.

В узком цилиндрическом отростке колбы расположен обычный электронный прожектор, создающий поток быстрых электронов. Развертывающий пучок, бомбардируя мишень со скоростью, при которой коэффициент вторичной электронной эмиссии больше единицы (разность потенциалов между катодом электронного прожектора и мишенью порядка тысячи вольт), доводит потенциал мишени до некоторого постоянного значения, превышающего потенциал коллектора на несколько вольт, причем этот потенциал не зависит от потенциального рельефа. Величина же тока вторичных электронов зависит от глубины потенциального рельефа: с более положительных участков мишени (соответствующих большим освещенностям) выталкивается на анод меньше вторичных электронов, чем с менее положительных участков. Таким образом, вторичноэмиссионный ток оказывается промодулированным потенциальным рельефом.

Часть вторичных электронов, попадающих на коллектор (коллектор нанесен в виде внутреннего проводящего покрытия на стенки колбы), образует сигнальный ток. Этот ток протекает по цепи: мишень — коллектор — сопротивление нагрузки — емкость мишени. На нагрузочном со-

http://ellib.h10.ru

противлении появляется сигнал отрицательной полярности.

Трубка нормально работает при освещенностях фотокатода, составляющих десятки люкс. Трубка может работать в любом положении, за исключением такого, при котором фотокатод обращен вниз, а ось трубки составляет с вертикалью угол менее 20°.

Электрические данные катушек магнитной системы трубок типа ЛИ-6, ЛИ-7, ЛИ-8 и ЛИ-9 следующие: фокусирующая катушка электронного прожектора намотана

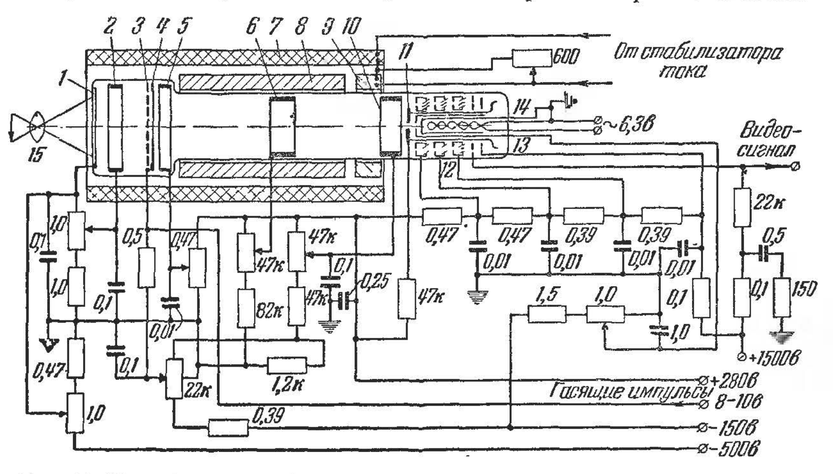


Рис. 2. Устройство трубки с двусторонней мишенью и внутренним усилением (примерная схема питания соответствует трубкам типов ЛИ-13 и ЛИ-15).

1 — полупрозрачный фотокатод; *2* — ускоряющий электрод; *3* — сетка; *4* — мишень; *5* — тормозящий электрод; *6* — фокусирующий электрод; *7* — фокусирующая катушка; *8* — отклоняющие катушки; *9* — корректирующая катушка; *10* — цилиндр умножителя; *11* — анод электронного прожектора (коллектор); *12* — анод умножителя; *13* — управляющий электрод; *14* — катод электронного прожектора; *15* — объектив.

проводом ПЭЛ-1 0,16 и имеет 16 000 витков, катушки строчной развертки намотаны проводом ПЭЛ-1 0,69 и имеют по 35 витков, кадровые катушки намотаны проводом ПЭЛ-1 0,07 и имеют по 2 750 витков, фокусирующая катушка электронного изображения намотана проводом ПЭЛ 0,07 и имеет 16 000 витков.

Трубка с двусторонней мишенью и внутренним усилением. Трубку с двусторонней мишенью и внутренним усилением называют суперортиконом. Ее устройство показано на рис. 2.

В передней части трубки с бо́льшим диаметром осуществляется перенос электронного изображения, а в зад-

ней части трубки с меньшим диаметром производятся развертка и усиление сигнала вторичноэлектронным умножителем. Трубка помещается внутри длинной фокусирующей катушки, создающей равномерное магнитное поле, силовые линии которого внутри трубки направлены параллельно ее оси. На переднюю плоскую поверхность баллона, с внутренней его стороны, нанесен сплошной полупрозрачный фотокатод.

Испускаемые фотокатодом электроны силой электрического поля устремляются внутрь трубки, сохраняя в плоскостях фокусировки распределение плотности по сечению, аналогичное распределению освещенности на фотокатоде.

Накопление зарядов осуществляется с помощью мишени. Она выполнена в виде тончайшей стеклянной пленки (толщина ее 2—5 *мк*) и установлена параллельно фотокатоду. Перед мишенью на расстоянии нескольких десятков микрон от нее расположена мелкоструктурная металлическая сетка.

Фотоэлектроны попадают на мишень, пройдя сквозь сетку. Большая часть фотоэлектронов (примерно половина их) задерживается сеткой. Образуемая на мишени «тень» от задержанных электронов неразличима на изображении благодаря микроскопической ее структуре: на 1 *мм*^{2} поверхности сетки приходится около тысячи отверстий, а поперечное сечение развертывающего пучка электронов покрывает сразу поверхность, на которой помещается несколько таких отверстий.

Фотоэлектроны, ударяясь о мишень, выбивают из нее вторичные электроны, и на мишени образуется потенциальный рельеф, соответствующий распределению освещенности на фотокатоде. Вторичные электроны не возвращаются обратно на мишень, а улавливаются сеткой, к которой приложено положительное напряжение порядка 1—2 *в* относительно катода трубки.

Таким образом, на мишени создается глубокий потенциальный рельеф с большим потенциалом на участках, соответствующих ярким элементам изображения. Поверхностная проводимость мишени мала, благодаря чему за период кадровой развертки не происходит существенного растекания зарядов, т. е. выравнивания потенциального рельефа. Поперечная же проводимость мишени велика, за счет чего на обратной стороне мишени будет точно такое же распределение потенциалов по поверхности, какое имеет место со стороны, обращенной к фотокатоду.

http://elib.h1e.ru

Применение двусторонней мишени позволило отделить процесс образования потенциального рельефа от процесса развертки, производимого с обратной стороны мишени, и тем самым значительно увеличить чувствительность трубки.

В суперортиконе для развертки используется пучок медленных электронов, т. е. электронов, скорости которых обусловливают величину коэффициента вторичной электронной эмиссии σ, меньшую единицы. В этом случае свободный электрод (мишень) приобретает потенциал, равный потенциалу катода; последний располагается в самом конце узкой части трубки. Испускаемые катодом электроны с помощью прожектора и длинной фокусирующей катушки, внутри которой заключена трубка, собираются в узкий пучок и с достаточно большой начальной скоростью (определяемой разностью потенциалов 200—300 *в*) устремляются в направлении мишени.

При подходе к мишени электроны замедляются с помощью специального тормозящего электрода. Если на мишени отсутствует потенциальный рельеф, обусловленный передаваемым изображением, то все электроны развертывающего пучка, уменьшив свою скорость до нуля, повернут в обратном направлении и будут ускоряться в направлении электронного прожектора.

Однако если на мишени имеется потенциальный рельеф, то часть электронов из развертывающего пучка притягивается к мишени, и таким образом каждый раз после прохождения развертывающего пучка потенциальный рельеф мишени нейтрализуется («стирается»).

Количество электронов, отбираемых из пучка для нейтрализации, прямо пропорционально потенциалу мишени в данной точке, а значит, количество отраженных от мишени электронов также зависит от потенциального рельефа мишени: чем больше освещенность участка изображения и, следовательно, чем больше положительный потенциал соответствующего участка мишени, тем меньше электронов в отраженной части развертывающего пучка. Иными словами, отраженный пучок электронов негативно модулируется передаваемым изображением.

Отклонение развертывающего пучка осуществляется магнитным полем отклоняющих катушек, по которым пропускают пилообразные токи. Катушки надевают на узкую часть трубки. Так как по выходе из области, где действуют отклоняющие поля, электроны продолжают находить-

http://oldb.h16.ru

ся в магнитном поле фокусирующей катушки, траектории электронов совпадают с силовыми линиями фокусирующего поля, перпендикулярными мишени.

Отраженные электроны движутся к прожектору по тому же пути, по которому они двигались в направлении к мишени (рис. 3). Ускоряющий анод прожектора выполнен в виде диска с очень узким отверстием, через которое проходят электроны, испускаемые катодом. Подавляющее большинство отраженных электронов попадает на переднюю поверхность диска. Скорость прибывающих электро-

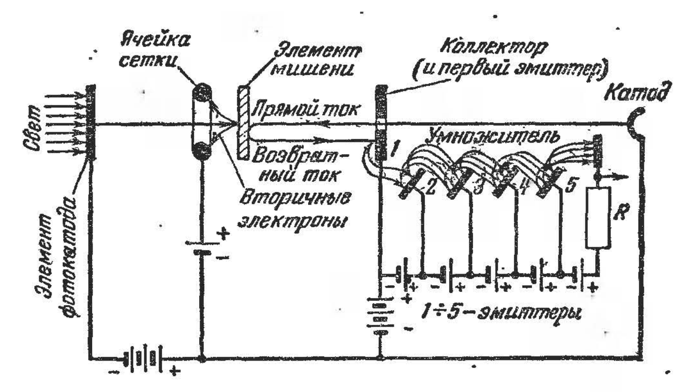


Рис. 3. Схема движения электронов в трубке с двусторонней мишенью и внутренним усилением.

нов велика, так что каждый из них выбивает из диска по нескольку вторичных электронов. Далее вторичные электроны огибают диск и под действием ускоряющего поля попадают на последующие электроды вторичного умножителя. Число каскадов умножителя выбирают равным 4—5. Общий коэффициент усиления тока при этом равен 500—1 000.

Описываемая трубка обладает большой чувствительностью. Она нормально работает при освещенностях фотокатода, измеряемых долями и единицами люкс. Это дает возможность применять трубку в системах, работающих при малых освещенностях объектов.

Недостатком трубки является сложность ее конструкции, а следовательно, и высокая стоимость изготовления. Трубка требует многочисленных регулировок и определенного теплового режима для нормальной работы мишени.

http://ellb.h10.ru

Приведем основные данные катушек магнитной системы, устанавливаемой на трубках типа ЛИ-13, ЛИ-14, ЛИ-15 и ЛИ-17. Фокусирующая катушка намотана проводом ПЭМ 0,27 и имеет 19 500 витков (ток катушки составляет 75 *ма*), корректирующие катушки намотаны проводом ПЭМ 0,18 и имеют по 1 100 витков, строчные катушки намотаны проводом ПЭМ 0,35 и имеют по 264 витка, кадровые катушки намотаны проводом ПЭМ 0,38 и имеют по 608 витков, обмотка подогрева мишени намотана проводом Х15Н 0,5 и имеет восемь витков.

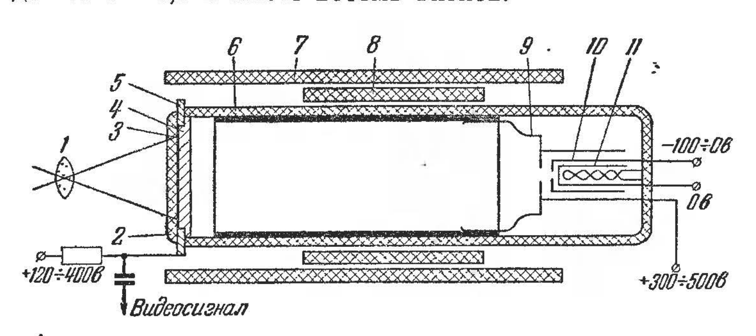


Рис. 4. Устройство трубки с фотосопротивлением.

1 — объектив; *2* — стекло; *3* — сигнальная пластина; *4* — мишень; *5* — металлическое кольцо; *6* — проводящее покрытие; *7* — фокусирующая катушка; *8* — отклоняющие катушки; *9* — анод электронного прожектора; *10* — управляющий электрод; *11* — катод.

Трубка с фотосопротивлением. В передающих телевизионных трубках, описанных выше, для преобразования световой энергии в электрическую используется явление внешнего фотоэффекта. В трубке с фотосопротивлением, называемой также видиконом или статиконом, используется явление внутреннего фотоэффекта (изменения сопротивления вещества при облучении его светом). Основное преимущество таких трубок — простота конструкции и довольно высокая чувствительность.

Трубка представляет собой цилиндрический стеклянный баллон с вмонтированным в него электронным прожектором (рис. 4). С помощью ускоряющих электродов и внешней фокусирующей катушки узкий пучок электронов устремляется в направлении передней поверхности, где помещается фотосопротивление (мишень), представляющее собой слой полупроводника толщиной около 5 *мк*. Развертка осуществляется системой внешних отклоняющих катушек.

http://oldb.h16.ru

Передняя поверхность трубки покрыта с внутренней стороны тонкой прозрачной металлической пленкой, выполняющей роль сигнальной пластины. Вплотную к ней примыкает мишень, удельное сопротивление которой в темноте составляет примерно 10^{12} *ом/см*.

Изображение передаваемого объекта фокусируется объективом через прозрачную сигнальную пластину на фотосопротивлении, а поверхность этого слоя развертывается пучком медленных электронов. Электронный пучок, проходя по фотосопротивлению, оставляет на нем электроны и заряжает его до потенциала катода электронного прожектора. Ток электронного пучка достаточно велик, а проводимость мишени в темноте мала, поэтому в темноте потенциал каждого элемента поверхности фотосопротивления со стороны, обращенной к электронному прожектору, остается близкой к потенциалу катода. Когда оптическое изображение объекта проецируется на фотосопротивление, проводимость последнего в освещенных местах возрастает, что позволяет заряду, образованному электронами, оставленными пучком, стекать сквозь мишень на сигнальную пластину. В результате к очередному приходу коммутирующего пучка (через кадровый интервал) на этих местах мишени накапливается положительный заряд, образующий потенциальный рельеф.

При последующем цикле развертки коммутирующий пучок оставляет на мишени электроны в количестве, достаточном для возвращения потенциала мишени к потенциалу катода, т. е. «стирает» потенциальный рельеф. В результате возникает ток, который, протекая по сопротивлению нагрузки, создает на нем падения напряжения, пропорциональные зарядам на элементах слоя фотосопротивления за время развертки кадра. Изменения напряжения на нагрузочном сопротивлении и образуют сигналы изображения отрицательной полярности; последние подводятся далее к сетке первого каскада усилителя.

Трубка с фотосопротивлением проста в эксплуатации, имеет хорошую разрешающую способность, малые собственные шумы, малые габариты. Она может устанавливаться в любом положении.

Основной недостаток трубок с фотосопротивлением — их инерционность. В тех прикладных установках, где нет необходимости в передаче изображений быстро движущихся объектов, этот недостаток не имеет практического значения.

http://ollb.h10.ru

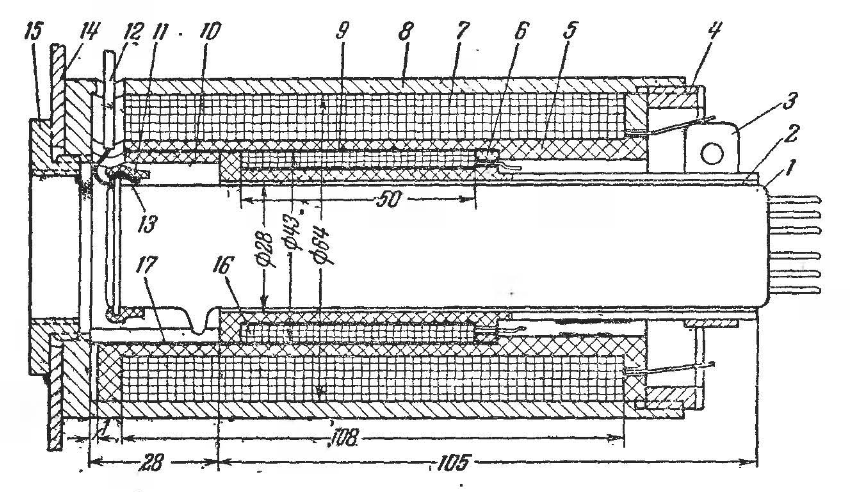


Рис. 5. Конструкция фокусирующе-отклоняющей системы трубки с фотосопротивлением типа ЛИ-18.

1 — трубка; *2* — фланелевая прокладка; *3* — хомут; *4* — резьбовое кольцо; *5* и *6* — текстолитовые каркасы; *7* — фокусирующая катушка; *8* — металлический корпус; *9* и *17* — незамкнутые электростатические экраны; *10* — текстолитовая втулка; *11* — резиновое кольцо; *12* — сигнальный провод; *13* — контактный лепесток; *14* — лицевая панель камеры; *15* — гайка; *16* — отклоняющие катушки.

На рис. 5 показана конструкция фокусирующе-отклоняющей системы трубки ЛИ-18.

На баллон передающей трубки надевается текстолитовый каркас с отклоняющими катушками, который крепится к трубке хомутом. Хомут стягивает хвостовую часть каркаса, распиленную по образующей на четыре части. На внешнюю сторону каркаса с отклоняющими катушками наклеивается станиолевый электростатический экран. Над отклоняющими катушками располагается фокусирующая катушка, намотанная на текстолитовом каркасе. На внутренней стороне поверхности каркаса также имеется электростатический экран. Оба экрана должны быть заземлены.

Кадровые катушки намотаны проводом ПЭЛ 0,31 и имеют по 42 витка (две секции по 21 витку). Строчные катушки намотаны проводом ПЭЛШО 0,2 и содержат по 84 витка (три секции по 28 витков).

Фокусирующая катушка намотана проводом ПЭЛ 0,1 и имеет 30 000 витков (по ней протекает ток около 10 *ма*).

Фокусирующие и отклоняющие катушки помещаются внутри стального или дюралюминиевого корпуса, в котором они закрепляются с помощью резьбового кольца.

http://elib.h16.ru

ТИПОВЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В НИХ

В СССР было разработано несколько типов телевизионных установок, предназначенных для диспетчерского управления различными производственными процессами, а также для других целей. В 1957 г. наша промышленность начала серийный выпуск промышленных телевизионных установок. Основные технические параметры ряда отечественных установок приведены в таблице на стр. 24 и 25.

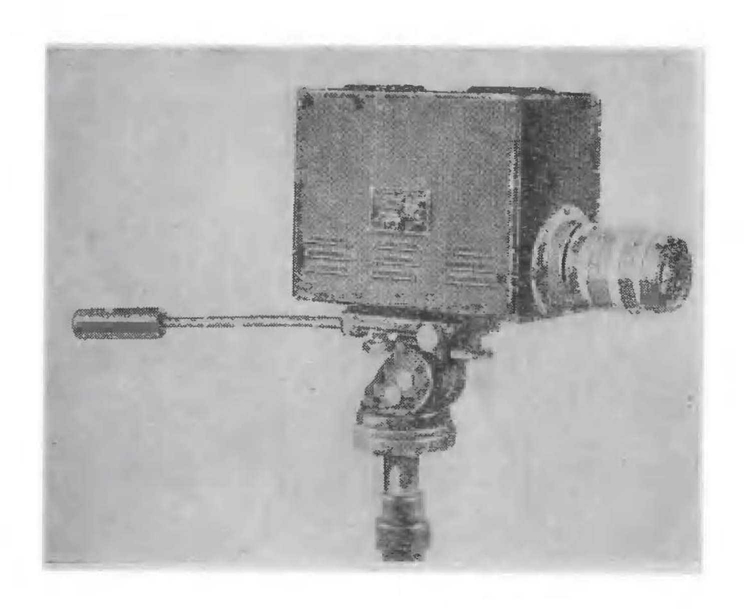


Рис. 6. Передающая камера установки ПТУ-0М.

Наиболее простыми являются установки ПТУ-0, ПТУ-0М, ПТУ-0М1, которые состоят из портативной передающей камеры на передающей трубке с фотосопротивлением и видеоконтрольного устройства, связанных между собой кабелем. На рис. 6 показана передающая камера, а на рис. 7 — видеоконтрольное устройство установки ПТУ-0М.

Установка ПТУ-2М состоит из трех основных узлов: 1) телевизионной камеры на передающей трубке с фотосопротивлением; 2) блока канала и 3) видеоконтрольного устройства. Блок канала включает в себя видеоусилитель, УКВ генератор, генератор развертывающих колебаний, блок

http://elib.h16.ru

Основные технические данные отечественных промышленных телевизионных установок

Технические данные	Наименование установки						
	ПТУ-0	ПТУ-0М	ПТУ-0М1	ПТУ-2М	ПТУ-4	ПТУ-3	ПТУ-5
Вид применяемой передающей трубки	Трубка с фотосопротивлением					Трубка с переносом изображения	
Необходимая освещенность объекта, *лк*	500	500	250	250	250	30	30
Способ разложения	Построчный			Чересстрочный			
Четкость изображения в центре таблицы 0249, линии:							
по горизонтали	400	400	450	500	500	550	450
по вертикали	300	300	300	500	500	550	450
Число различимых градаций	5	5	6	6	6	6	6
Формат изображения	4:3	4:3	4:3	4:3	4:3	1:1	4:3
Напряжение питания, *в*	110, 127, 220	220	220	220	220	220	220
Потребляемая мощность, *вт*	250	250	200	350	500	1 500	500
Частота, на которой производится передача сигнала	Видеочастота			Видеочастота и 49,75 *Мгц*		Видеочастота	
Расстояние, *м*:							
от камеры до блока управления	150	200	200	1 000	1 000	300	350
от блока управления до контрольной точки	—	—	—	1 000	1 000	300	100

http://elib.h18.ru

Продолжение

Технические данные	Наименование установки						
	ПТУ-0	ПТУ-0М	ПТУ-0М1	ПТУ-2М	ПТУ-4	ПТУ-3	ПТУ-5
Применяемые объективы	Ю-3, Ю-9, Ю-11, Ю-12		Ю-25, РО4-1М, Ю-3, Ж-25			Ю-8, Ю-9, Ю-11, Ю-12	МИР-1
Количество камер в установке	1	1	1	1	До 5	1	1
Климатический режим работы камер (при относительной влажности 95% при 20° С), °С	От — 20 до + 40			От — 20 до + 50			От +5 до + 30
Дистанционное управление оптикой	Нет		Есть				
Число блоков в установке	2	2	2	3	До 9	7	До 7
Число ламп в камере	5	3	5	5	5	15	4
Число ламп в пульте управления	9	16	15	30	30	92	34
Размер камеры, *мм*	155×105×200		140×140×220			280×230×700	⌀140×570
Вес камеры, *кг*	4	4	4,5	4,5	4,5	40	34
Дежурный режим	Нет		Есть			Нет	
Автоматическая регулировка видеосигнала	Нет	Есть				Нет	
Телефонная связь между камерами и пультом управления	Есть					Нет	
Число видеоконтрольных устройств	1	1	1	До 5		1	1

http://elib.h16.ru

питания и синхрогенератор, выполненный на полупроводниковых приборах. Установка ПТУ-2М обеспечивает более высокую четкость изображения и допускает большее удаление камеры от блока управления, чем вышеупомянутые установки. Кроме того, в установке ПТУ-2М может одновременно работать несколько контрольных телевизоров.

Установка ПТУ-4 отличается от установки ПТУ-2М наличием коммутационного устройства камер, благодаря которому можно последовательно наблюдать различные объекты с помощью нескольких камер и одного видеоконтрольного устройства.

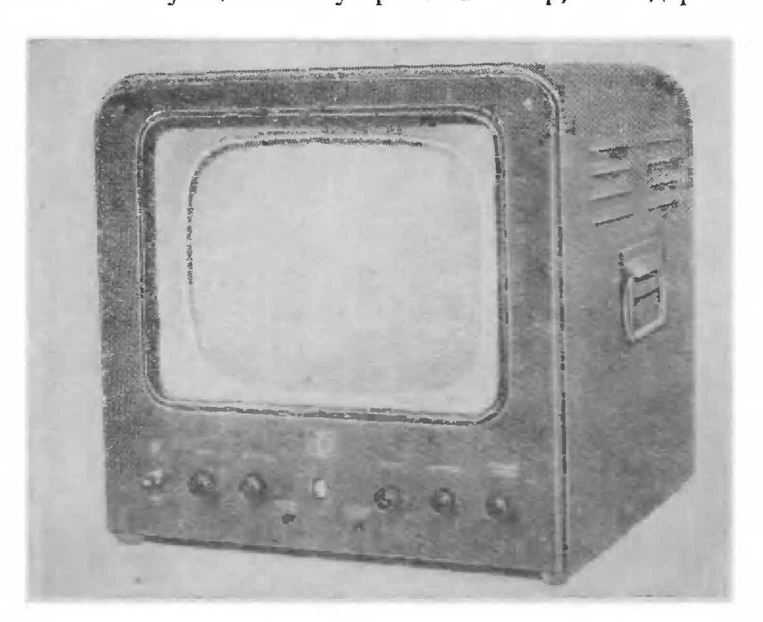


Рис. 7. Видеоконтрольное устройство установки ПТУ-0М.

В установках ПТУ-0М1, ПТУ-2М и ПТУ-4, кроме ручного, может быть применено дистанционное управление фокусировкой изображения, диафрагмированием и сменой двух объективов. Дистанционное управление оптикой осуществляется оптической головкой, прикрепляемой к камере.

Для повышения срока службы передающих трубок и ламп и обеспечения быстрого появления изображения при включении камер, последние могут работать в дежурном

http://elib.n16.ru

режиме. Камеры, работающие в таком режиме, имеют выключенные анодные напряжения и пониженный накал ламп.

В установке ПТУ-3 используется передающая трубка с переносом изображения и внутренним усилением. Это позволяет иметь малую освещенность объекта и наблюдать быстрое его перемещение.

Телевизионная установка ПТУ-5 в основном предназначена для наблюдения подводных объектов. Она состоит из телевизионной камеры на передающей трубке с переносом изображения и внутренним усилением, блока канала, блока питания и специального выносного видеоконтрольного устройства. Камера может размещаться в специальном герметичном кожухе. В аппаратуре применена синусоидальная строчная развертка, что допускает вынос генераторов разверток из камеры на большое расстояние и позволяет существенно сократить габариты камеры.

Ниже приводится подробное описание одной из простейших установок — установки типа ПТУ-0, а также дается краткая характеристика более сложной установки типа ПТУ-3.

Промышленная телевизионная установка ПТУ-0. Установка ПТУ-0 состоит из двух блоков: небольшой передающей камеры и видеоконтрольного устройства. К комплекту придается три кабеля длиной 150 *м* каждый, соединяющих камеру с видеоконтрольным устройством. По одному коаксиальному кабелю от камеры к видеоконтрольному устройству передается сигнал на видеочастоте, по второму коаксиальному кабелю от видеоконтрольного устройства к камере подводится напряжение развертки, третий многожильный экранированный кабель служит для подачи питания и управления камерой с видеоконтрольного устройства. В установке применен последовательный способ разложения на 300 строк при 50 кадрах в секунду. Для удобства установки камеры и наведения ее на объект предусмотрена телефонная связь между персоналом, находящимся у камеры и у видеоконтрольного устройства.

Камера собрана на передающей трубке с фотосопротивлением (типа ЛИ-18). Оптическая фокусировка изображения и диафрагмирование объективов осуществляются вручную. В камере используются объективы «Юпитер». В блоке камеры находится предварительный усилитель на пяти лампах типа 6Ж5П. Размеры камеры $10{,}5 \times 15{,}5 \times 20{,}0$ *см*, вес 4 *кг*.

На рис. 8 изображена принципиальная схема камеры.

http://ellib.h10.ru

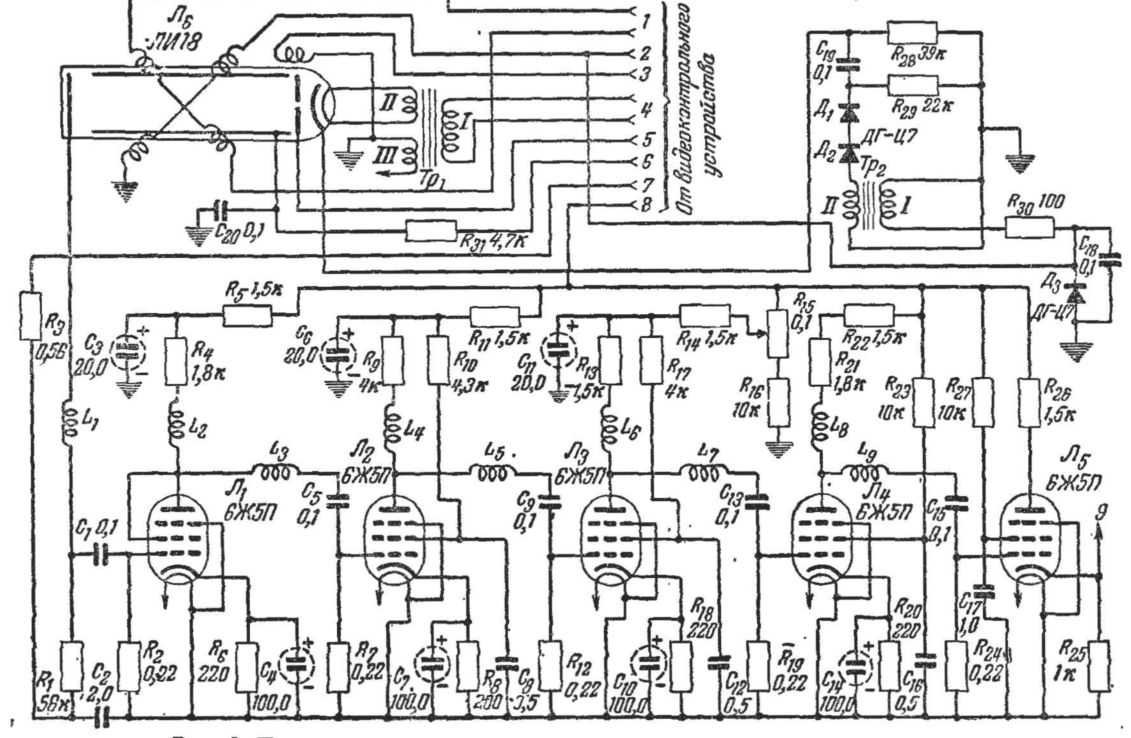


Рис. 8. Принципиальная схема передающей камеры установки ПТУ-0.

1 — кадровые импульсы; *2* — строчные импульсы; *3* — к фокусирующей катушке; *4* — сетевое напряжение 220 *в*; *5* — к модулятору; *6* — к аноду; *7* — к сигнальной пластине; *8* — постоянное напряжение +215 *в*; *9* — видеосигнал.

Как видно из схемы, она максимально упрощена по сравнению с камерами, применяемыми в телевизионном вещании. Развертывающие токи вертикального и горизонтального отклонения, равно как и постоянный ток для фокусировки трубки, подводятся к камере по кабельной линии связи. По кабелю также подводятся анодное напряжение, напряжение смещения на мишень и регулировки тока пучка трубки, высокое постоянное напряжение для питания анодных и экранных цепей ламп усилителя, переменное напряжение для питания накальных цепей ламп и трубки.

Для перемещения растра передающей трубки в горизонтальном и вертикальном направлениях применяется механизм центровки, состоящий из двух магнитных колец, заключенных в подвижные обоймы. Механизм центровки растра надевается и закрепляется на наружном кожухе отклоняюще-фокусирующей системы передающей трубки.

Питание отклоняющей системы передающей трубки осуществляется от генератора разверток видеоконтрольного устройства. Отклонение по вертикали обеспечивается соединением катушек камеры последовательно с катушками приемной трубки видеоконтрольного устройства. Строчные отклоняющие катушки камеры подключаются к соответствующим катушкам видеоконтрольного устройства через переходный трансформатор.

Каскады предварительного усилителя на лампах $Л_1$, $Л_3$ и $Л_4$ являются усилительными, на лампе $Л_2$ собран каскад коррекции входа, а на лампе $Л_5$ катодный повторитель, работающий на кабель с волновым сопротивлением 150 *ом*. В усилителе применена простая схема противошумовой коррекции. Для повышения четкости изображения применена апертурная коррекция, осуществляемая посредством индуктивности L_1. Коррекция усилителя в области высоких частот производится по схеме сложной анодной коррекции во всех усилительных каскадах.

Усиление регулируется в третьем каскаде при помощи потенциометра R_{15}.

Цепочка, состоящая из полупроводникового диода $Д_3$ и конденсатора C_{18}, служит для демпфирования возникающих в системе паразитных колебаний, искажающих растр трубки.

Формирование гасящих импульсов частоты строк производится схемой, содержащей трансформатор Tp_2 и полупроводниковые диоды $Д_1$ и $Д_2$. В качестве исходного импульса для формирования гасящего импульса служит по-

http://oldb.h16.ru

ложительный пик напряжения, возникающий на строчной катушке отклоняющей системы во время обратного хода развертки. Импульсный трансформатор служит для увеличения размаха этого напряжения. Импульсы гашения обратного хода, снимаемые с обмотки *II* трансформатора, ограничиваются диодами $Д_1$ и $Д_2$ и в положительной полярности подводятся к катоду трубки $Л_6$.

Трансформатор $Тр_2$ имеет оксиферовый сердечник. Обмотка *I* состоит из 300 витков провода ПЭЛ 0,1, а обмотка *II* — из 1 500 витков ПЭЛ 0,05.

Накальный трансформатор $Тр_1$, питаемый переменным напряжением 220 *в*, имеет две вторичные обмотки *II* и *III* для питания нитей накала трубки и ламп усилителя.

Видеоконтрольное устройство (размерами 46×41×39 *см*) содержит 10 ламп и приемную трубку типа 35ЛК2Б. Оно собрано из следующих типов блоков стандартного телевизионного приемника «Рубин»: блока разверток, блока усиления и питания, отклоняющей системы трубки.

На рис. 9 приведена принципиальная схема выпрямителя и усилителя видеоконтрольного устройства. Двухполупериодный выпрямитель собран на двух кенотронах $Л_1$ и $Л_2$. Питание камеры осуществляется от части выпрямителя, собранного на кенотроне $Л_1$, а видеоконтрольного устройства — от части с кенотроном $Л_2$.

Поступающий от камеры видеосигнал размахом 0,2 *в* подается на вход двухкаскадного усилителя с лампами $Л_3$ и $Л_4$. В обоих каскадах осуществляется коррекция частотной характеристики в области высоких частот по сложной схеме (корректирующие индуктивности L_1, L_2 и L_3, L_4). В цепи управляющей сетки лампы $Л_4$ применяется простая схема восстановителя уровня черного, в которой используется полупроводниковый диод $Д_4$. Регулировка величины коэффициента усиления осуществляется путем изменения анодного и экранного напряжений лампы $Л_3$. С выхода усилителя сигнал подается на катод приемной трубки.

Схема, в которой создается отклоняющее напряжение частоты кадров, приведена на рис. 10. На правом (по схеме) триоде лампы $Л_1$ собран блокинг-генератор, являющийся задающим генератором кадровой развертки. Частота собственных колебаний генератора устанавливается при помощи переменного сопротивления R_{12}. На выходе блокинг-генератора, выполняющего и роль разрядного каскада, образуется напряжение пилообразной формы, которое через переходной конденсатор C_8 подается на управляю-

http://elib.h1...ru

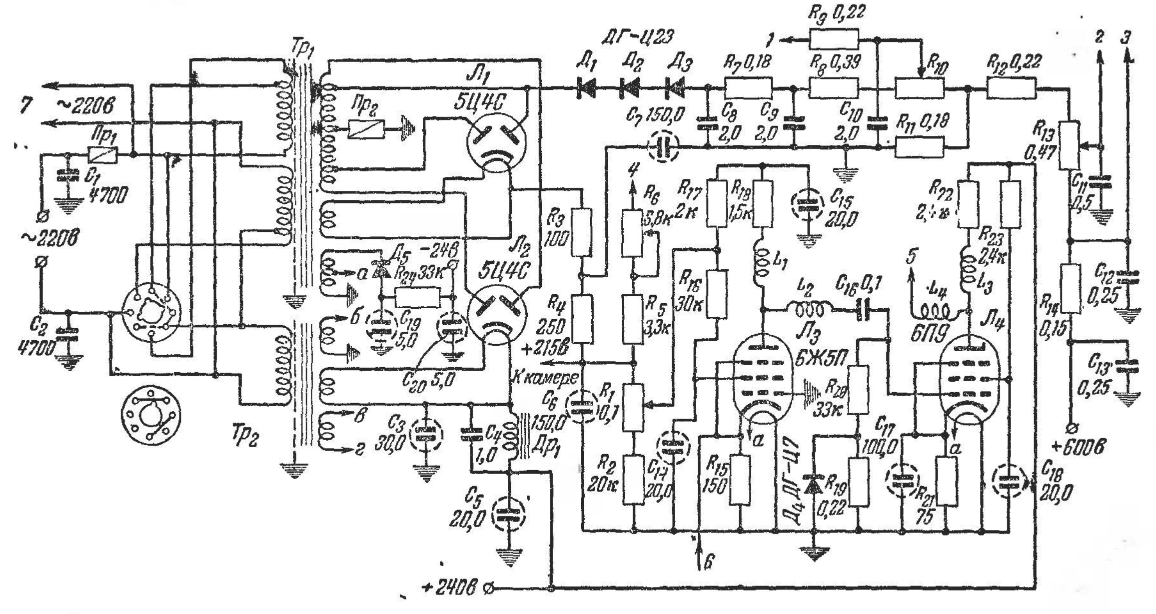


Рис. 9. Принципиальная схема выпрямителя и усилителя видеоконтрольного устройства установки ПТУ-0.

1 — к модулятору; *2* — к сигнальной пластине; *3* — к аноду; *4* — к фокусирующей катушке передающей трубки; *5* — к катоду приемной трубки; *6* — видеосигнал от камеры; *7* — к камере.

щую сетку выходной лампы $Л_2$. Отклоняющие катушки приемной и передающей трубок включены последовательно во вторичную обмотку трансформатора $Тр_2$.

Левый триод лампы $Л_1$ используется для формирования и усиления гасящего импульса кадровой частоты. Для этого импульс, снимаемый с катода правого триода, подается на сетку левого. Усиленный импульс с анода

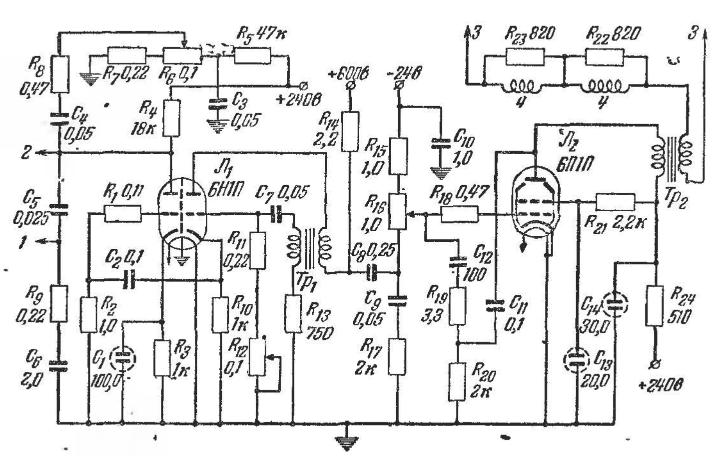


Рис. 10. Принципиальная схема кадровой развертки установки ПТУ-0.

1 — к модулятору передающей трубки; *2* — к модулятору приемной трубки; *3* — к кадровым катушкам передающей трубки; *4* — кадровые катушки приемной трубки.

левого триода лампы $Л_1$ через разделительные конденсаторы C_4 и C_5 одновременно подается на приемную и передающую трубки.

Для отклонения электронных пучков передающей и приемной трубок в горизонтальном направлении используется генератор, схема которого приведена на рис. 11. Задающим генератором строчной развертки является блокинг-генератор, собранный на правом (по схеме) триоде лампы $Л_1$. Частота собственных колебаний блокинг-генератора устанавливается переменным сопротивлением R_8. На выходе блокинг-генератора, выполняющего и роль разрядного каскада, образуется напряжение усложненной формы, которое через переходной конденсатор C_9 подается на управляющую сетку лампы $Л_2$.

Выходной каскад вместе с демпферным диодом $Л_4$ служит для образования пилообразного тока. Напряжение, получающееся в результате накопления заряда конденса-

http://olib.h10.ru

тором C_{14}, используется для питания анодной цепи лампы $Л_2$. Положительные импульсы, возникающие во время обратного хода строчной развертки, выпрямляются высоковольтным кенотроном $Л_3$. Выпрямленное напряжение с конденсатора C_{12} подается на анод трубки типа 35ЛК2Б.

В видеоконтрольном блоке находятся следующие элементы регулировки режима работы передающей трубки: переменное сопротивление R_6, включаемое в цепь фокусирующей катушки, потенциометр R_{13}, позволяющий регу-

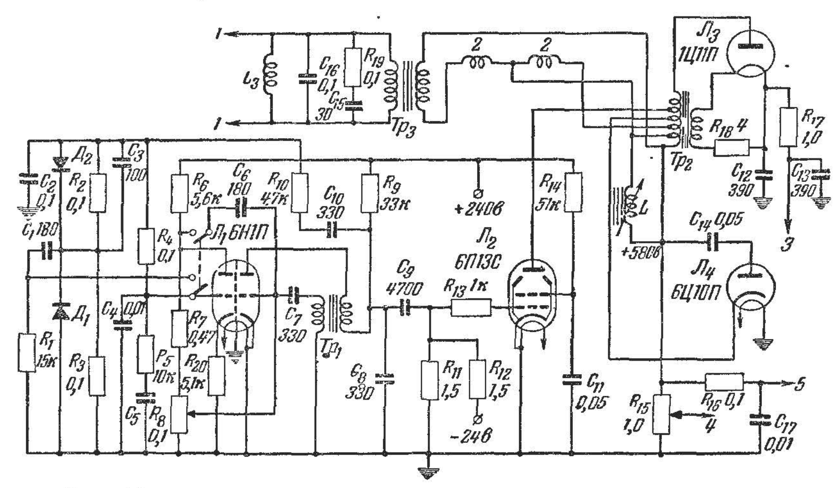


Рис. 11. Принципиальная схема строчной развертки установки ПТУ-0.

1 — к камере; *2* — отклоняющие катушки приемной трубки; *3* — к аноду приемной трубки; *4* — к фокусирующему электроду приемной трубки; *5* — к ускоряющему электроду приемной трубки.

лировать потенциал сигнальной пластины, и потенциометр R_{10}, регулирующий потенциал модулятора (см. рис. 9).

Регулировка размера растра в горизонтальном направлении осуществляется изменением индуктивности катушки *L*, включенной параллельно части выходной обмотки строчного трансформатора $Тр_2$ (рис. 11), а регулировка размера растра в вертикальном направлении производится потенциометром R_{16} (см. рис. 10).

Освещенность объекта, необходимая для нормальной работы установки, должна составлять примерно 500 *лк*. Допустимая скорость перемещения проекции объекта в плоскости светочувствительного слоя трубки не более 3 *мм* в секунду.

http://elib.b10.ru

Вся установка потребляет от сети переменного тока 250 *ва*.

Установка ПТУ-0 может применяться в тех случаях, когда не требуется очень высокая четкость изображения и расстояние между камерой и видеоприемным устройством не превышает 150 *м*, а освещенность объекта и его расположение не меняются в процессе наблюдения.

Промышленная телевизионная установка ПТУ-3. Установка ПТУ-3 предназначена для дистанционного наблюде-

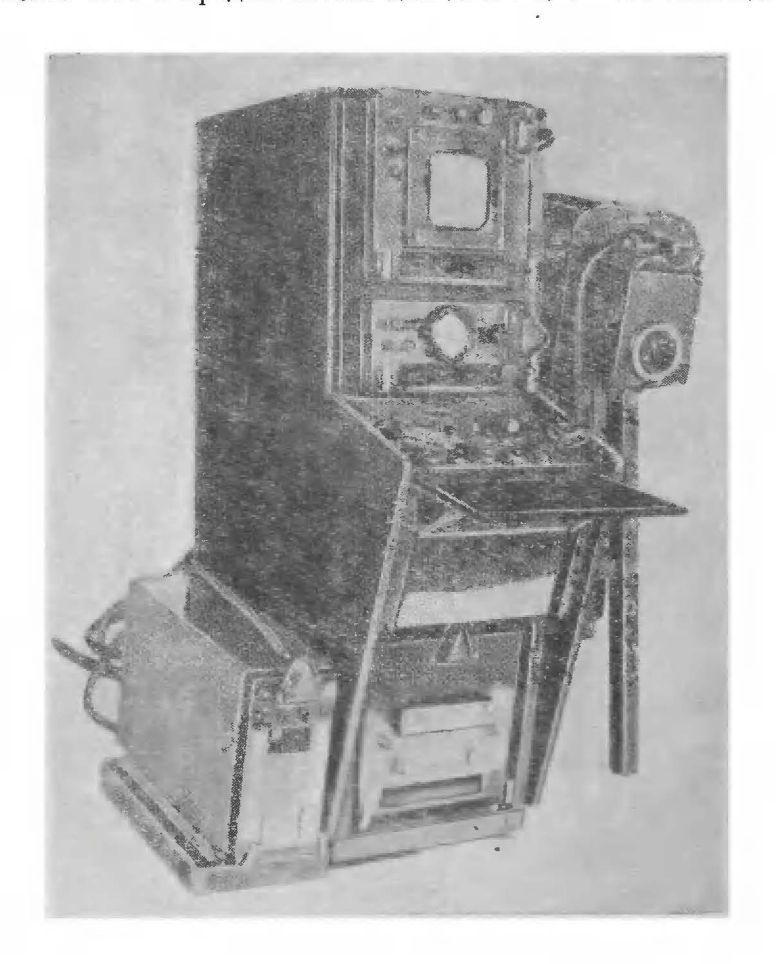


Рис. 12. Комплекты оборудования установки ПТУ-3.

http://elib.h10.ru

ния слабо освещенных объектов. Общий вид комплекта оборудования приведен на рис. 12.

В состав установки (рис. 13) входят телевизионная передающая камера с оптической головкой, пульт управления, выносное видеоконтрольное устройство, блок питания.

В передающей камере установки применяется передающая трубка с двусторонней мишенью и внутренним усилением типа ЛИ-17. Здесь производится чересстрочное разложение изображения на 625 строк при 25 кадрах в секунду. Передача сигнала изображения от передающей камеры до видеоконтрольного устройства производится по коаксиальному кабелю на видеочастоте.

Размеры передающей камеры 28×33×70 *см*, вес 40 *кг*.

Управление режимом работы передающей трубки, фокусировка оптического изображения на фотокатоде, диафрагмирование и смена объективов производятся дистанционно—с пульта управления.

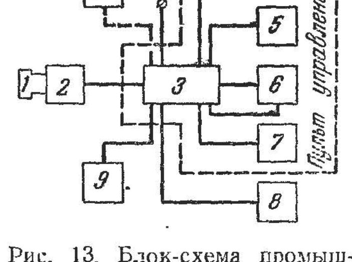


Рис. 13. Блок-схема промышленной телевизионной установки ПТУ-3.

1 — оптическая головка; *2* — камера; *3* — блок соединений; *4* — видеоконтрольное устройство; *5* — блок канала; *6* — блок регулировок; *7* — синхрогенератор; *8* — блок питания; *9* — выносное видеоконтрольное устройство; *10* — дополнительное видеоконтрольное устройство.

В состав пульта управления входят:

а) блок канала, который служит для усиления телевизионного сигнала, поступающего с камеры, и формирования полного сигнала, необходимого для подачи на входы контрольных устройств;

б) генератор синхронизирующих сигналов и сигналов гашения обратных ходов лучей в трубках видеоконтрольных устройств;

в) блок соединений, предназначенный для электрического соединения всех блоков телевизионной системы между собой;

г) блок регулировок, служащий для дистанционного управления работой телевизионной камеры, распределения синхронизирующих импульсов строчной и кадровой частот и формирования импульсов, синхронизирующих строчную развертку камеры;

д) видеоконтрольное устройство, на экране которого воспроизводится изображение.

http://elib.h16.ru

Предусматривается включение в состав аппаратуры дополнительного выносного видеоконтрольного устройства.

Освещенность объекта, необходимая для нормальной работы системы, должна быть не менее 30 *лк.* Установка работает при расстоянии между передающей камерой и пультом управления до 300 *м* и между пультом управления и видеоконтрольным устройством до 200 *м.*

Потребляемая мощность составляет 1 500 *ва.*

Синхронизация разверток в промышленных телевизионных установках. Известно, что для нормальной работы любой телевизионной системы, в том числе и промышленной, необходима строгая синхронизация движений электронных пучков в передающей и приемной трубках. Такая синхронизация автоматически достигается в тех случаях, когда генераторы строчной и кадровой разверток являются общими для передающей и приемной трубок. Примером такой системы является промышленная телевизионная установка типа ПТУ-0. Если же в системе имеются блоки с автономными развертывающими устройствами, то обязательно наличие схемы, формирующей дополнительные сигналы — импульсы синхронизации, которые управляют работой ведомых развертывающих устройств.

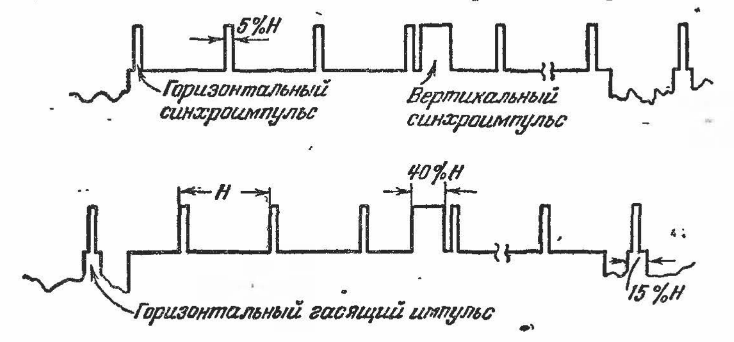


Рис. 14. Форма сигналов синхронизации промышленной телевизионной установки.
H — строчной интервал.

В прикладных телевизионных установках с высокой разрешающей способностью обычно применяется чересстрочное разложение изображения. В отличие от систем телевизионного вещания, где при чересстрочном разложении форма сигналов синхронизации весьма сложна, в промышленных телевизионных установках используется упро-

http://ellib.h16.ru

щенный синхросигнал, форма которого поясняется рис. 14. Из графика видно, что вертикальная сихронизация осуществляется лишь одним импульсом, длительность которого составляет приблизительно 50% строчного интервала, и что выравнивающие импульсы вовсе отсутствуют.

Существует два применяемых на практике варианта построения синхрогенераторов для осуществления чересстрочного разложения изображения.

На рис. 15 приведена блок-схема первого варианта генератора, создающего импульсы вертикальной и горизон-

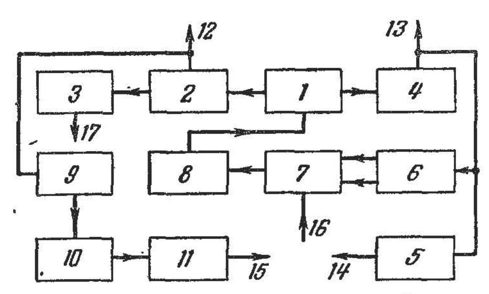


Рис. 15. Блок-схема синхрогенератора на делителях.

1 — задающий генератор; *2* — делитель 2 : 1; *3* — формирующие каскады; *4* — делитель 625 : 1; *5* — формирующие каскады; *6* — фазоинвертер; *7* — фазовый детектор; *8* — усилитель постоянного тока; *9* — дифференцирующая цепь; *10* — формирующие каскады; *11* — усилитель; *12* — горизонтальный гасящий импульс; *13* — вертикальный гасящий импульс; *14* — пилообразное напряжение полукадровой частоты; *15* — горизонтальный синхронизирующий импульс; *16* — напряжение электросети; *17* — пилообразное напряжение строчной частоты.

тальной сихронизации. Здесь чересстрочность разложения при нечетном числе строк сохраняется при условии, что между импульсами вертикальной и горизонтальной синхронизации существует жесткая связь по фазе и частоте. Частота вертикальной (полукадровой) развертки выбирается равной частоте сети промышленного переменного тока. При этом, как известно, меньше сказываются помехи сети. Для поддержания равенства частот в установке имеется схема сравнения — фазовый детектор.

Задающий генератор, например мультивибратор, создает импульсы с двойной строчной частотой. Эти импульсы подводятся одновременно к двум делителям частоты: в отношении 2:1 и в отношении 625 : 1 (при 625 строках разложения). Последний делитель состоит из четырех последовательных каскадов деления в отношении 5 : 1 каждый. Полученные на выходе этого делителя импульсы с частотой полукадров используются: а) в качестве вертикаль-

http://oldb.h1o.ru

ных гасящих импульсов; б) для формирования вертикального пилообразного напряжения, осуществляющего развертку в передающей и приемной трубках; в) для формирования импульса вертикальной синхронизации и г) для сравнения с частотой сети.

Формирование вертикального пилообразного напряжения осуществляется в обычном разрядном каскаде. Последовательность преобразований для получения импульса вертикальной синхронизации поясняется графиками, представленными на рис. 16. Из гасящего импульса сначала формируется импульс меньшей длительности, задний фронт которого совпадает с моментом возникновения вертикального синхронизирующего импульса. Затем этот импульс дифференцируется, и второй, отрицательный всплеск используется как вертикальный синхроимпульс.

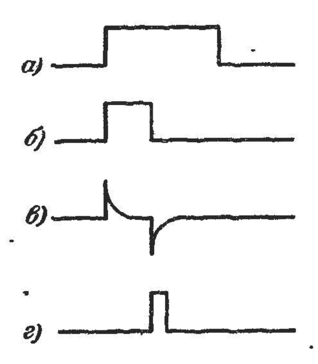


Рис. 16. Графики, поясняющие получение импульса вертикальной синхронизации.

а — гасящий вертикальный импульс; *б* — импульс, длительность которого меньше длительности гасящего импульса; *в* — импульсы, снимаемые с дифференцирующей цепочки; *г* — вертикальный синхронизирующий импульс.

К фазовому детектору, помимо вертикального гасящего импульса, подводится напряжение сети. На выходе детектора получается напряжение, величина которого и знак пропорциональны фазовому различию между импульсами и нулевой фазой синусоидального напряжения сети. Это напряжение подводится к задающему генератору и изменяет его частоту до тех пор, пока напряжение на выходе фазового детектора не станет равным нулю, что соответствует совпадению частот.

Импульс, полученный на выходе делителя 2 : 1, используется как горизонтальный гасящий и одновременно для формирования импульса горизонтальной синхронизации и управления схемой фиксации уровня черного.

По такому принципу работает синхрогенератор промышленной типовой телевизионной установки ПТУ-3.

На рис. 17 показана блок-схема синхрогенератора, в которой между импульсами вертикальной и горизонтальной разверток необходима жесткая связь только по фазе. Горизонтальные импульсы через полукадр сдвигают-

http://oldb.h16.ru

ся на время половины строки. При этом необходимо поддерживать стабильность периода вертикальной развертки. С целью повышения стабильности периода полукадровой развертки схема синхрогенератора работает независимо от частоты электросети. Для этого импульсный генератор,

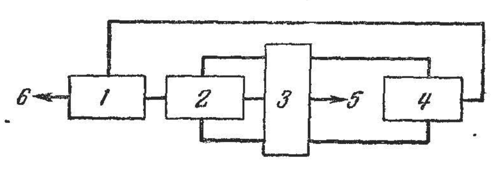


Рис. 17. Блок-схема синхрогенератора с фазовым сдвигом горизонтальных импульсов,

1 — импульсный генератор; *2* — генератор ударного возбуждения; *3* — ключевая схема; *4* — спусковое устройство; *5* и *6* — вертикальные ведущие импульсы.

не связанный с сетью, создает импульсы длительностью не больше полупериода строки с частотой повторения полукадров (рис. 18). Эти импульсы управляют работой ударно-возбуждаемого генератора, создающего колебания строчной частоты. С выхода этого генератора два противофазных синусоидальных напряжения подаются на ключевую схему, две лампы которой поочередно запираются и отпираются импульсами от спусковой схемы.

Запуск спусковой схемы осуществляется также импульсами от импульсного генератора. В общей анодной нагрузке ламп ключевой схемы создаются ведущие импульсы частоты строк, которые через полукадр будут иметь временной сдвиг на полупериод строки, так как эти импульсы в разных полукадрах формируются от разных полуволн синусоидального напряжения.

Рис. 18. Временные диаграммы импульсов, соответствующие блок-схеме, приведенной на рис. 17.

а — запускающий импульс кадровой частоты; *б* — синусоидальное напряжение с ударного контура; *в* и *г* — временное расположение горизонтальных импульсов в двух смежных полукадрах относительно запускающего импульса.

На рис. 19 приведена принципиальная схема синхрогенератора, построенного на блок-схеме, представленной на рис. 17. На левом триоде лампы $Л_1$ собран генератор, работающий на частоте 300 *гц*. Из синусоидального напряжения этого генератора при помощи формирующего устройства получаются короткие импульсы, соответствующие моментам перехода

http://elib.h16.ru

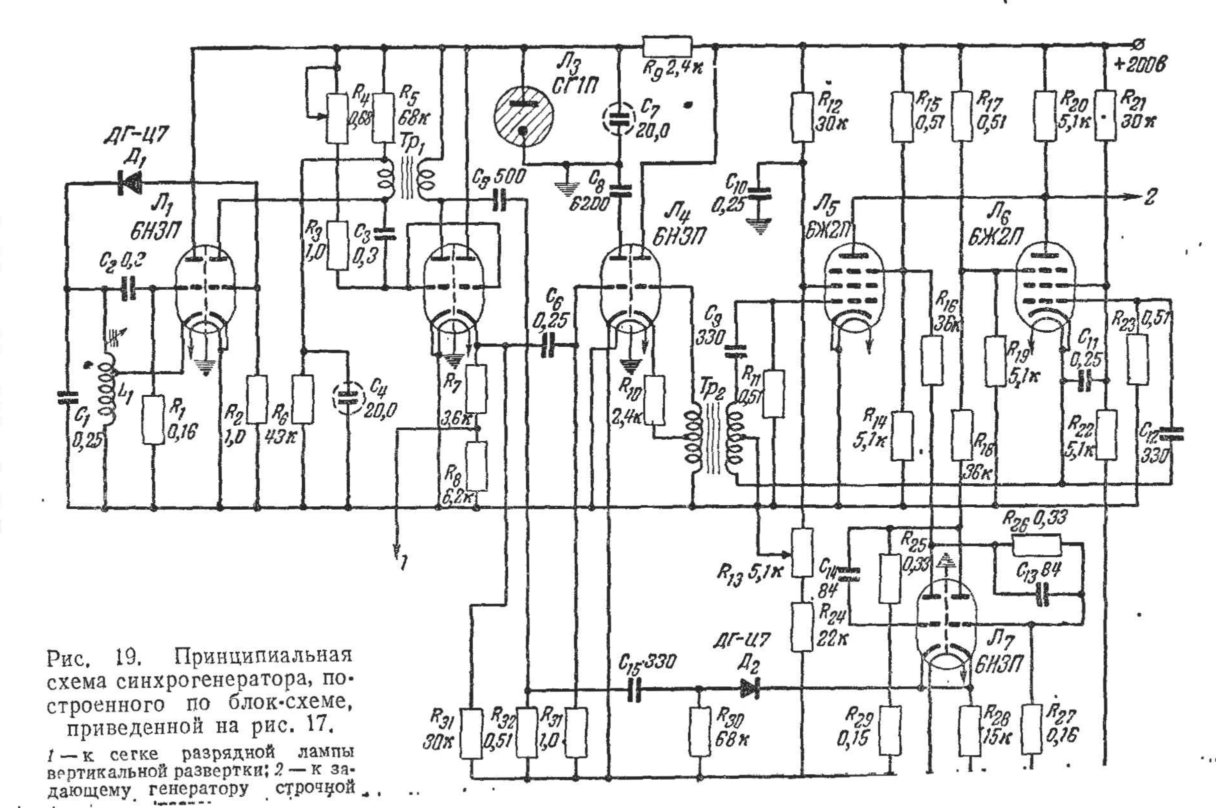


Рис. 19. Принципиальная схема синхрогенератора, построенного по блок-схеме, приведенной на рис. 17.

1 — к сетке разрядной лампы вертикальной развертки; *2* — к задающему генератору строчной

синусоидального напряжения через нуль. Формирующее устройство составляют ограничитель на диоде $Д_1$ и усилитель-ограничитель на правом триоде лампы $Л_1$.

Полученные импульсы синхронизируют работу блокинг-генератора, собранного на левом триоде лампы $Л_2$ и работающего в режиме деления частоты до 50 *гц*. Положительный импульс на аноде триода блокинг-генератора используется для запуска спусковой схемы и ударно-возбуждаемого генератора, собранного на лампе $Л_4$. С трансформаторного выхода противофазные синусоидальные напряжения подаются на управляющие сетки ламп $Л_5$ и $Л_6$ ключевой схемы. Эти лампы отпираются и запираются по третьим сеткам коммутирующими импульсами, снимаемыми с анодов лампы $Л_7$ спусковой схемы. Длительность импульсов спусковой схемы равна периоду полукадра, следовательно, лампы ключевой схемы открываются поочередно через полукадр и на их общей анодной нагрузке R_{20} соответственно выделяются импульсы (при одном полукадре от верхних, а при другом от нижних полуволн синусоиды). Если полукадры совместить так, чтобы начало и конец их совпали, то эти строчные импульсы одного полукадра расположатся точно посередине между импульсами другого полукадра. Последнее и требуется для сохранения чересстрочности разложения изображения.

Если на передающем и приемном концах системы имеются подобные генераторы, то можно осуществить передачу изображения без передачи по каналу связи горизонтальных синхронизирующих импульсов.

УСТАНОВКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ранее было упомянуто, что наряду с созданием универсальных телевизионных установок, которые могут быть использованы в различных отраслях народного хозяйства, для специальных целей (научные исследования, геологические изыскания и др.) создаются системы, позволяющие с успехом решать определенные специфические задачи. К числу таких систем относятся, например, скважинные установки, аппаратура для подводных наблюдений, различного рода портативные устройства.

Скважинная телевизионная установка. Институтом связи им. Бонч-Бруевича совместно с НИИГР разработана телевизионная установка для исследования буровых скважин. Она состоит из двух комплексов аппаратуры: скважинного прибора и наземного оборудования, связанных

http://elib.h10.ru

между собой многожильным кабелем. Последний, помимо функций передачи необходимых электрических сигналов, выполняет роль троса.

В состав скважинного прибора входят оптическая приставка и передающая телевизионная камера.

Оптическая приставка позволяет осуществить круговой обзор скважины; для этого имеется специальное зеркало, вращаемое электродвигателем, и несколько мощных электроламп, освещающих наблюдаемый участок скважины. Дистанционно управляемым двигателем можно производить фокусировку оптического изображения.

Передающая камера состоит из четырех цилиндрических блоков, соединенных в один общий цилиндр с наружным диаметром 80 *мм* и длиной 1,2 *м*.

В ближайшем к объективу блоке установлена трубка типа ЛИ-18 с фокусирующе-отклоняющей системой. Далее расположен предварительный усилитель сигналов изображения. Он содержит четыре каскада на лампах типа 6Ж1П и катодный повторитель на триоде. Для коррекции высокочастотных искажений и повышения устойчивости работы усилителя применяется отрицательная обратная связь. Общий коэффициент усиления равен 40 при полосе частот от 500 *гц* до 3 *Мгц*.

В следующем блоке находятся каскады сигналов строчной и кадровой разверток, содержащие шесть электронных ламп и один газоразрядный стабилизатор тока фокусирующей катушки. Синхронизация генераторов разверток осуществляется не импульсами, а синусоидальным напряжением. Кадровая синхронизация осуществляется от сети переменного тока с частотой 50 *гц* (от цепи накала ламп). Частота кадров выбрана равной 25. Строчная синхронизация производится синусоидальным напряжением с частотой 10 000 *гц* (400 строк разложения), получаемым по кабелю от специального генератора, помещенного в приемном устройстве.

В системах с ведущим приемником, к которым относится и рассматриваемая система, при значительной длине кабеля возникают трудности в синхронизации разверток передатчика и приемника. Синхронизирующие сигналы подаются с приемника на передатчик, а видеосигналы — с передатчика на приемник. В связи с конечным временем пробега сигналов по кабелю возникает несовпадение фаз развертки и видеосигнала. При импульсной синхронизации потребовалось бы для устранения этого явления произво-

 http://elib.h16.ru

дить задержку импульсов на время двойного пробега сигналов по кабелю. В связи с использованием синусоидальных сигналов синхронизации совмещение фаз осуществляется значительно проще — для этого применяют несложную фазовращающую цепочку, включаемую на выходе генератора синхросигналов.

В последнем, четвертом блоке передающей камеры скважинного прибора расположены выпрямители питания передающей трубки, потенциометры управления развертками и трансформаторы накала ламп всех блоков.

Наземное оборудование установки размещается в автобусе. Оно состоит из приемного устройства, пульта управления, выпрямителей питания приемника и камеры, лабораторного оборудования, необходимого в процессе исследования скважины, и вспомогательного оборудования.

В приемнике на передней панели находятся рукоятки регулировки яркости, усиления, фазы по кадрам и по строкам. Помимо оконечного усилителя в блоке приемника находятся генераторы строчной и кадровой разверток и генератор синусоидального напряжения с частотой 10 000 *гц* для синхронизации разверток.

На пульте управления осуществляются включение и регулирование токов и напряжений, подводимых к скважинному прибору и приемнику. На передней панели пульта расположены рукоятки управления напряжениями, подаваемыми на лампы освещения скважин и на двигатель обзора скважины, рукоятка регулировки стабилизатора напряжения и выключатели силовых устройств. На передней панели пульта управления находятся четыре контрольно-измерительных прибора, позволяющих контролировать постоянный ток и напряжение, потребляемые скважинным прибором, постоянное напряжение для двигателя фокусировки объектива, переменные напряжения ламп освещения и двигателя зеркала, переменное напряжение синхронизации и переменный ток, потребляемый лампами освещения и всем скважинным прибором.

Телевизионная установка для подводных наблюдений. В состав телевизионной установки для наблюдений под водой входят передающая камера, бортовое видеоконтрольное устройство с выносными приемниками, пульт управления и источники питания. Специальные приставки к видеоконтрольному устройству позволяют производить фото- и киносъемку изображения с телевизионного экрана.

http://oldb.h16.ru

Кожух подводной камеры обычно изготовляется из антикоррозийных материалов. Прочность кожуха должна быть достаточной, чтобы выдержать давление на предусмотренных глубинах работы камеры. Габариты камеры определяются габаритами передающей трубки и глубиной погружения. В современных установках подводного телевидения применяются передающие трубки с фотосопротивлением и трубки с двусторонней мишенью и внутренним усилением.

В аппаратуре обычно используются узлы типовых телевизионных устройств.

Передающая камера работает глубоко в толще воды, и механизмы ее недоступны для ручной регулировки. Смена объективов, их наводка на резкость, диафрагмирование осуществляются с помощью механизмов дистанционного управления.

Опыт эксплуатации подводных камер свидетельствует о ряде трудностей использования аппаратуры в водной среде. Важными проблемами подводного телевидения являются: увеличение дальности видения, ограничиваемой рассеянием света в воде, обеспечение возможности вести круговой обзор и определять направление камеры с пульта управления на корабле.

Если обычную телевизионную камеру поместить в водонепроницаемый кожух и опустить в воду с борта корабля, то направление наблюдения будет случайным, так как оно зависит от направления и скорости течений, закручивания кабеля или троса, курса и скорости корабля и т. п. Наблюдение же может быть эффективным лишь тогда, когда можно выбрать направление наблюдения и менять его в любых пределах.

В мелководных бассейнах проблема обеспечения кругового обзора решается путем установки на дно дистанционно управляемых штативов.

Круговой обзор без контакта с дном моря осуществляется различными методами. В ряде установок используется управление передающей камерой в погруженном состоянии с помощью гребных винтов. Однако гребные винты образуют водяные струи, которые могут распугать наблюдаемых животных; кроме того, если наблюдение ведется у илистого дна, струи от винтов вызывают взмучивание, а в результате сокращается дальность видимости. Для стабилизации камеры можно использовать

http://ellib.h16.ru

гироскоп, но при этом конструкция камеры в целом значительно усложняется и удорожается.

В лаборатории морской электроники Института океанологии АН СССР разработан новый метод кругового обзора. Он основан на использовании инерционных свойств окружающей камеру массы воды и свободен от недостатков, присущих описанным методам. Передающая аппара-

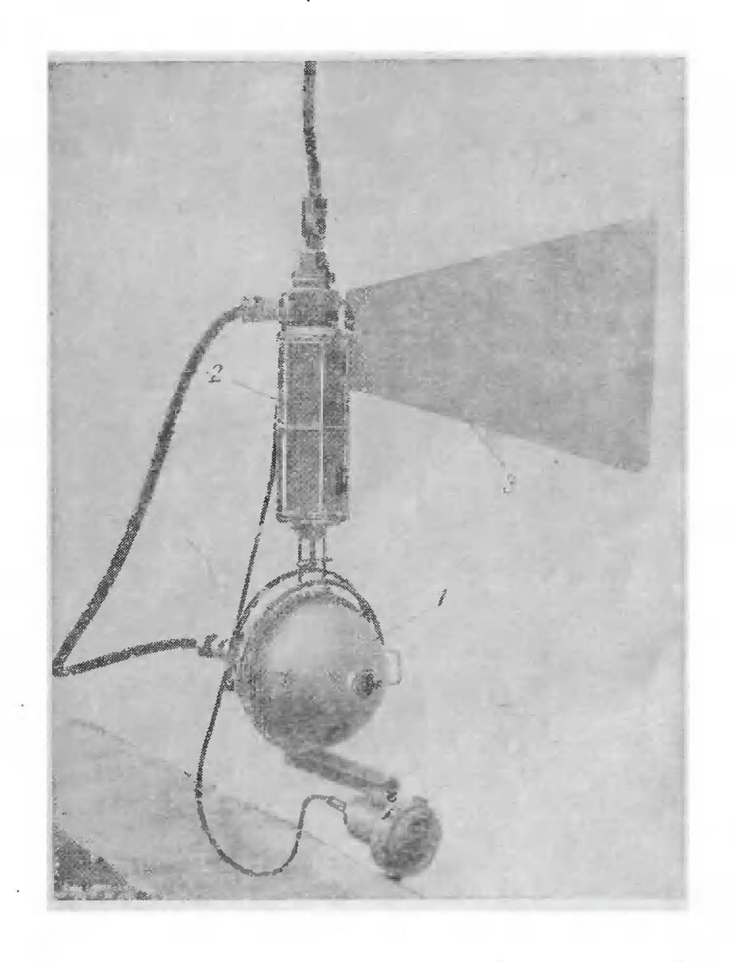


Рис. 20. Передающая аппаратура подводной телевизионной установки кругового обзора.

1 — передающая камера; *2* — поворотный механизм; *3* — стабилизатор.

http://elib.h16.ru

тура, созданная в Институте океанологии, состоит из трех частей (рис. 20): передающей камеры сферической формы, поворотного механизма и стабилизатора.

Камера соединена с поворотным механизмом посредством вала, который введен внутрь кожуха через сальник. Момент инерции поворотного механизма со стабилизатором и присоединенной к нему массой воды значительно выше момента инерции шаровидной камеры. Благодаря этому при включении электродвигателя поворота, передающая камера вращается в горизонтальной плоскости, а поворотный механизм со стабилизатором практически остаются неподвижными.

Для определения направления визирования камеры в поворотном устройстве предусмотрено размещение небольшого компаса с дистанционной передачей показаний.

Дальность обнаружения объектов под водой зависит от прозрачности воды, освещенности объекта, способа освещения, расположения светильников относительно камеры и объективов, спектрального состава излучения светильников. Разумеется, не последнюю роль в этом отношении играет чувствительность используемой передающей трубки. Целесообразно применять в воде светильники с остро направленным излучением. Установка Института океанологии снабжена самолетной фарой типа СМФ-2. Она монтируется на корпусе сферической камеры и вращается вместе с ней, обеспечивая освещение наблюдаемых объектов.

Установка удовлетворительно работает на глубинах до 400 *м*.

Портативная телевизионная станция. Представляет интерес разработанная американской фирмой RCA портативная переносная телевизионная установка. В ее состав входят передающая камера, электронный видоискатель, синхрогенератор, радиопередатчик и источники питания.

Передающая камера и электронный видоискатель устанавливаются в одном кожухе, который крепится к штативу. Батарея питания, полупроводниковый преобразователь, обеспечивающий схемы установки высокими напряжениями, синхрогенератор, радиопередатчик с модулятором, передающая антенна смонтированы в заплечном блоке.

Блок-схема установки приведена на рис. 21. Почти вся установка собрана на полупроводниковых приборах (всего их 72). В ней используется только три электровакуумных прибора: передающая трубка, приемная трубка элек-

http://ellib.h16.ru

тронного видоискателя и выходная лампа радиопередатчика.

Несущая частота радиопередатчика около 2000 *Мгц*, мощность 0,5 *вт*, что обеспечивает передачу сигнала на расстояние около 1,5 *км*.

В камере установки находятся миниатюрная передающая трубка на фотосопротивлении (диаметр ее 12 *мм*) с фокусирующе-отклоняющей системой, предварительный видеоусилитель, развертывающие устройства и усилитель гасящих импульсов.

Развертывающие устройства камеры управляются синхронизирующими импульсами частоты строк и кадров,

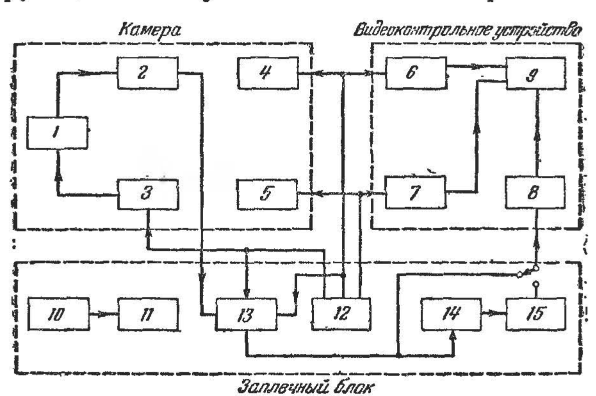


Рис. 21. Блок-схема портативной телевизионной станции.

1 — передающая трубка; *2* — видеоусилитель; *3* — усилитель гасящих импульсов; *4* — цепи горизонтального отклонения; *5* — цепи вертикального отклонения передающей трубки; *6* — цепи горизонтального отклонения; *7* — цепи вертикального отклонения приемной трубки; *8* — видеоусилитель; *9* — приемная трубка; *10* — источник постоянного тока; *11* — преобразователь; *12* — синхрогенератор; *13* — модулятор; *14* — радиопередатчик; *15* — детектор и усилитель.

создаваемыми синхрогенератором. Из заплечного блока по кабелю длиной 1,2 *м* к камере подводятся также гасящие импульсы и постоянные напряжения, необходимые для работы трубки и полупроводниковых триодов. Видеосигнал от усилителя камеры подается к заплечному блоку по коаксиальному проводу, проложенному в том же кабеле.

Схема питания трубки, видеоусилителя камеры и усилителя гасящих импульсов приведена на рис. 22.

Гасящие импульсы в отрицательной полярности подводятся от синхрогенератора к базе полупроводникового триода $ПТ_{11}$, на котором собрана схема усилителя гасящих импульсов. Коллектор триода связан непосредственно с катодом передающей трубки.

http://oldb.h16.ru

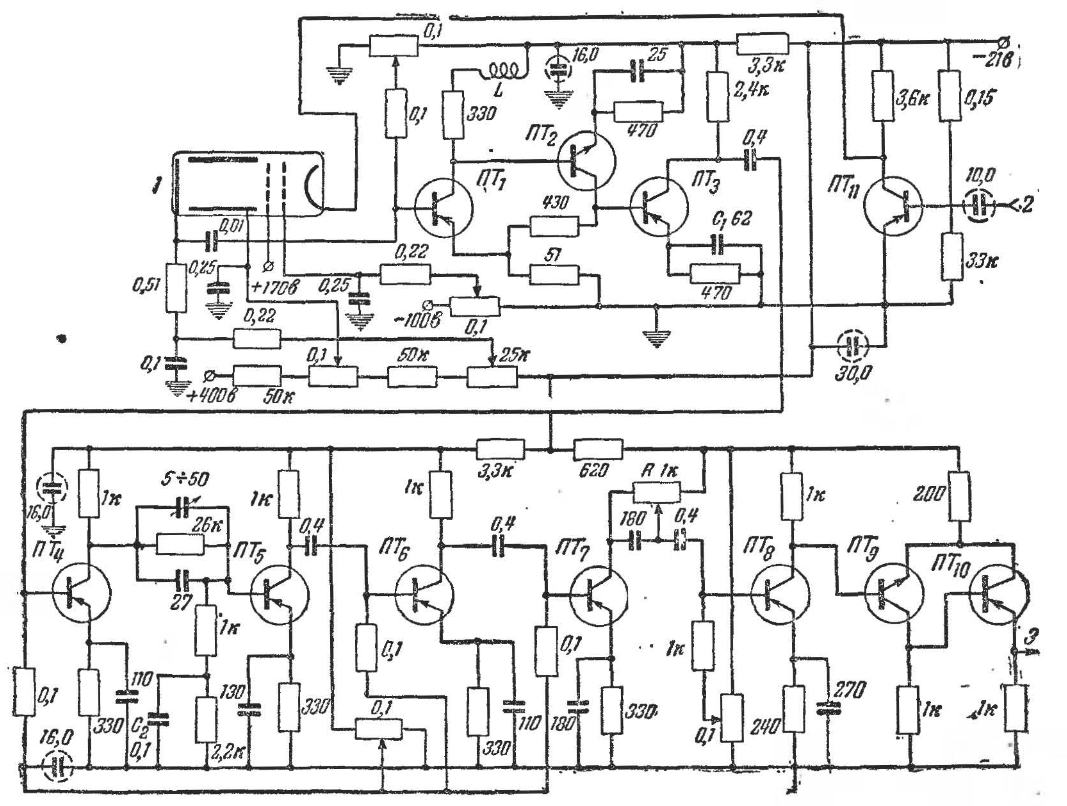


Рис. 22. Принципиальная схема питания трубки, видеоусилителя и усилителя гасящих импульсов передающей камеры портативной станции.

1 — передающая трубка; *2* — гасящие импульсы; *3* — видеосигнал.

Видеоусилитель камеры собран на полупроводниковых триодах $ПТ_1$—$ПТ_{10}$. Между каскадами с триодами $ПТ_2$ и $ПТ_1$ различного типа проводимости имеется обратная связь (от коллектора $ПТ_2$ к эмиттеру $ПТ_1$). Коллектор $ПТ_2$ связан непосредственно с основанием триода $ПТ_3$. Равномерность частотной характеристики этой цепи в полосе 6 *Мгц* поддерживается за счет включения корректирующей индуктивности L и шунтирования сопротивления в цепи эмиттера триода $ПТ_3$ конденсатором C_1.

Каскады усилителя на триодах $ПТ_4$—$ПТ_8$ собраны по схеме с общим эмиттером. Конденсаторы, шунтирующие сопротивления в цепях эмиттеров, служат для коррекции частотных искажений в области высоких, конденсатор C_2 служит для компенсации искажений в области низких частот.

Коэффициент усиления регулируется здесь при помощи переменного сопротивления R. С выхода каскада на триоде $ПТ_{10}$ видеосигнал подается на соединительный кабель. Выходной видеосигнал на частоте 6 *Мгц* составляет 0,5 *в* при нагрузке на линию с сопротивлением 75 *ом*.

Электронный видоискатель включает специально разработанную приемную трубку диаметром около 35 *мм*, развертывающее устройство и видеоусилитель. В трубке предусмотрены электромагнитное отклонение и электростатическая фокусировка. Ускоряющее напряжение равно 2 000 *в*, разрешающая способность трубки превышает 300 строк. Для отклонения электронного пучка используется магнитная система однодюймового видикона, для которой необходим размах отклоняющего тока частоты строк около 400 *ма*.

Вес камеры портативной телевизионной станции с электронным видоискателем составляет 1,8 *кг*. Заплечный блок размерами 7,5×30×32 *см* весит около 7 *кг*.

Все оборудование потребляет 30 *ва* и работает без подзарядки батареи около 5 *ч*.

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Попытки создать стереоскопический эффект в телевидении делаются давно. Однако решений, полностью удовлетворяющих практику вещания, до сих пор не получено. Наблюдение стереоскопических телевизионных изображений пока еще связано с некоторыми ограничениями. Одни системы требуют наблюдения через специальные очки, другие — чтобы строго фиксировалось положение наблюдателя относительно экрана.

http://elib.h16.ru

Указанные ограничения не являются препятствием для использования стереоскопического эффекта в прикладном телевидении, где часто особенно важно воссоздать реальную картину, получить изображение, обладающее глубиной.

Как известно, для создания стереоскопического эффекта необходимо иметь два изображения, зафиксированных с разных точек зрения, и создать такие условия наблюдения, при которых наблюдатель каждым глазом видел бы только одно изображение.

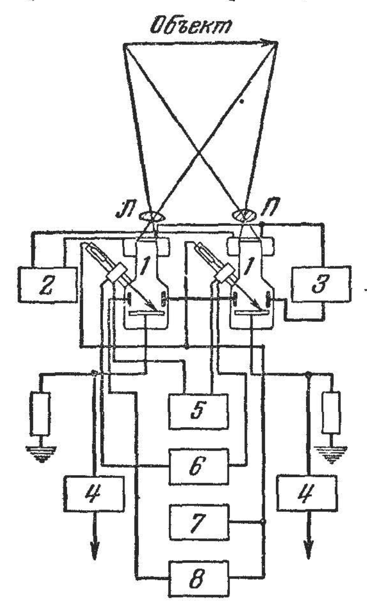


Рис. 23. Блок-схема камеры двухканальной системы объемного телевидения.

Л и *П* — левый и правый объективы; *1* — передающие трубки; *2* — источник питания фокусирующих катушек; *3* — источник питания для переноса электронных изображений; *4*—предварительные усилители видеосигналов; *5*—усилитель кадровой развертки; *6* — усилители строчной развертки; *7* — усилитель гасящих импульсов; *8* — выпрямитель питания камеры.

Простейшим способом создания стереоскопического телевизионного изображения является использование двухканальной телевизионной системы (рис. 23). В этом случае на передающем конце одновременно работают две телевизионные камеры, установленные рядом, так чтобы расстояние между объективами равнялось расстоянию между глазами — базе стереоскопического зрения. Выходные сигналы камер после соответствующего усиления передаются по кабелям к приемникам или модулируют два радиопередатчика. Прием осуществляется двумя приемниками, и на экранах двух электронно-лучевых трубок создаются два изображения, соответствующих правой и левой камерам. Наблюдение изображения может производиться с помощью обычного зеркального стереоскопа.

Указанное решение проблемы стереоскопического телевидения, хотя и приемлемо в ряде случаев ввиду его простоты, имеет практические недостатки. К ним нужно отне-

http://elib.b16.ru

сти, во-первых, невозможность наблюдения изображения несколькими зрителями и, во-вторых, необходимость вдвое увеличивать объем аппаратуры.

Для расширения числа зрителей, наблюдающих изображение, применяются цветные и поляризационные фильтры, а также растровые решетки — такие же, как в советской системе стереоскопического кино.

При использовании цветных фильтров изображения с экранов правой и левой приемной трубок проецируются на общий светорассеивающий экран (рис. 24) через светофильтры двух дополнительных цветов. Например, свет правой трубки, прежде чем попасть на экран, проходит через красный фильтр, а левой трубки—через синий фильтр. Наблюдатели снабжаются очками из таких же фильтров. Правый глаз прикрыт красным фильтром, а левый синим. При этом правый глаз наблюдателя не увидит изображения экрана правой трубки, ибо красный фильтр не пропускает красных лучей, а левый глаз не увидит изображения экрана левой трубки.

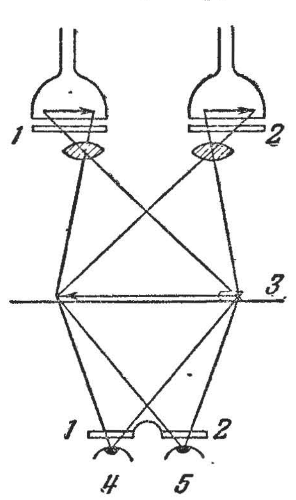


Рис. 24. Схема деления изображения цветными фильтрами.

1 — синий фильтр; *2* — красный фильтр; *3* — экран; *4* — левый глаз; *5* — правый глаз.

Синтезируемое в сознании зрителя объемное изображение будет ощущаться черно-белым. Это явление называется бинокулярным смешением цветов. Естественно, что оно имеет место, если цвета и прозрачность фильтров подобраны так, что в результате смешения образуется белый цвет.

Другой способ разделения изображений после проецирования их на общей светорассеивающий экран состоит в использовании поляризационных фильтров — тонких пленок из желатина, в который вкраплено множество микроскопических кристаллов, обладающих способностью пропускать свет, поляризованный в одной плоскости.

Схема устройства для наблюдения изображений при применении поляроидов не отличается от схемы, изображенной на рис. 24. Вместо цветных фильтров здесь исполь-

http://elib.h18.ru

зуются поляризационные. Перед экранами приемных трубок устанавливаются на пути световых лучей поляроиды со взаимно-перпендикулярными плоскостями поляризации. Например, перед экраном левой трубки устанавливается фильтр, пропускающий свет, поляризованный в вертикальной, а перед экраном правой трубки — в горизонтальной плоскости. Если рассеивающий экран не вносит деполяризации, то наблюдатель, снабженный очками из таких же поляроидов, увидит каждым глазом только одно изображение.

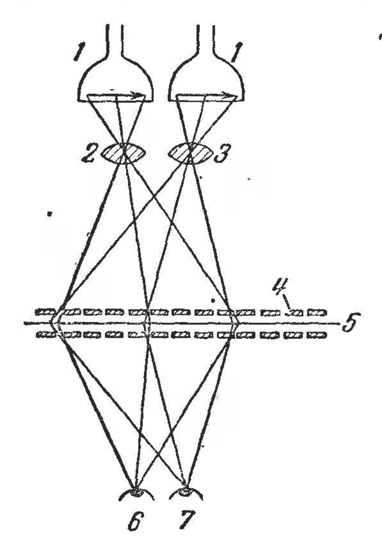


Рис. 25. Схема деления изображений растровыми решетками.

1 — приемные трубки; *2* — левый объектив; *3* — правый объектив; *4* — растровые решетки; *5* — экран; *6* — левый глаз; *7* — правый глаз.

Познакомимся с идеей безочковых методов разделения изображений. В этих случаях в непосредственной близости от экрана, на котором производится наблюдение, устанавливается решетка, составленная из чередующихся прозрачных и непрозрачных вертикальных полос. Если через такую решетку спроецировать на светорассеивающий экран оба изображения с экранов электронно-лучевых трубок (рис. 25), то можно подобрать такое расстояние между решеткой и светорассеивающим экраном, что на последнем получится изображение, составленное из узких чередующихся полосок, принадлежащих правому и левому кадрам.

Если изображение, составленное из узких чередующихся полосок, принадлежащих правому и левому кадрам, рассматривать через вторую такую же решетку, то можно найти такое положение, при котором правым глазом наблюдатель не увидит полосок, принадлежащих левому изображению, и, наоборот, левый глаз не увидит полосок правого изображения.

Можно подобрать параметры решетки (соотношение между прозрачными и непрозрачными частями) и так расположить решетку перед экраном, на котором нахо-

 http://elib.h16.ru

дится изображение, составленное из чередующихся полосок, принадлежащих правому и левому стереокадрам, чтобы из точек, где находятся глаза наблюдателя, были видны все элементы изображений, соответствующие каждому глазу. В этом случае зритель будет наблюдать стереоскопическое изображение.

Наличие решетки, через которую производится наблюдение, позволяет обойтись без индивидуальных зрительных приборов для разделения изображений. Однако количество зрителей при этом ограничено, так как решетка выполняет свою роль лишь в случае вполне определенного расстояния от нее до наблюдателя.

Вопрос увеличения числа зрителей может быть решен применением наклонной решетки из сходящихся книзу прозрачных и непрозрачных полос.

Применять две решетки, как это показано на рис. 25, вовсе не обязательно, изображение может проецироваться через ту же решетку, через которую производится наблюдение. В этом случае приемные трубки и зрители находятся по одну сторону светорассеивающего экрана. Более того, в телевидении можно обойтись без проекции изображений. С помощью вертикальной развертки и схемы электронного переключения каналов на экране одной-единственной трубки может быть создано изображение из чередующихся полосок, принадлежащих правому и левому стереокадрам.

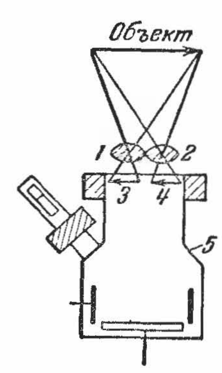


Рис. 26. Схема проекции двух изображений на фотокатод трубки в стереоскопической системе, использующей одну передающую трубку.
1 — левый объектив; 2 — правый объектив; 3 — изображение для левого глаза; 4 — изображение для правого глаза; 5 — трубка телевизионной камеры.

В настоящее время в прикладном телевидении применяются лишь очковые методы разделения изображения и стереоскоп.

На базе одной из промышленных установок с видиконом была разработана одновременная двухканальная стереоскопическая система. В камере смонтированы рядом две передающие трубки. Изображения проецируются на поверхности фотокатодов трубок двумя объективами, расстояние между которыми может в некоторых пределах изменяться для подчеркивания стереоэффекта. Наблюдение производится с помощью зеркального стереоскопа.

http://elib.h16.ru

Используются две приемные электронно-лучевые трубки.

Более простая стереоскопическая установка создана на кафедре телевидения Ленинградского института связи им. Бонч-Бруевича. В этой установке используется только один комплект телевизионной аппаратуры. В камере с помощью двух объективов и специальной призменной насадки, расширяющей до требуемой величины стереобазу, правое и левое изображения проецируются на фотокатод единственной передающей трубки Шмакова—Тимофеева (рис. 26). Развертка изображения производится обычным путем, т. е. построчно. На экране единственной приемной трубки воспроизводятся рядом два изображения, которые рассматриваются с помощью стереоскопа.

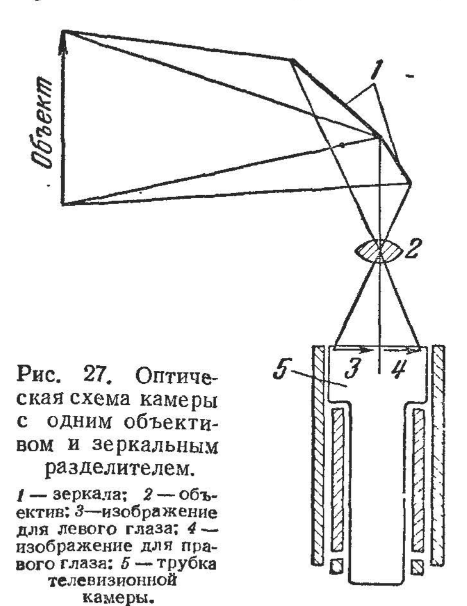


Рис. 27. Оптическая схема камеры с одним объективом и зеркальным разделителем.

1 — зеркала; *2* — объектив; *3* — изображение для левого глаза; *4* — изображение для правого глаза; *5* — трубка телевизионной камеры.

Два изображения на светочувствительной поверхности одной передающей трубки могут быть получены также применением одного объектива и специального зеркального разделителя, схема которого показана на рис. 27. В этом случае стереобаза регулируется либо расстоянием от объектива до зеркал, либо углом наклона зеркал к оптическим осям.

Аналогичное приспособление может быть применено в приемнике при очковых методах разделения изображений.

Помимо рассмотренных нами одновременного метода воспроизведения двух стереокадров или построчно-последовательного, как это имеет место в упомянутой установке Института связи (первая строка левого кадра, затем первая строка правого кадра, вторая строка левого кадра и т. д.), могут иметь место последовательная передача одного стереокадра за другим (левый кадр, затем правый

http://ellib.h16.ru

кадр и т. д.) по одному каналу связи и последовательное их воспроизведение. При этом могут использоваться одна или две приемные трубки и любой из описанных методов разделения изображений. Если вся поверхность одной-единственной приемной трубки полностью используется попеременно для воспроизведения левого и правого кадров, то фильтрация осуществляется вращающимся диском с фильтрами.

В заключение упомянем о цветной, стереоскопической телевизионной установке, разработанной в Ленинградском институте связи им. Бонч-Бруевича. Для создания цветного изображения в ней используется эффект бинокулярного смешения цветов. Наличие двух изображений служит не только для создания стереоэффекта, но и для того, чтобы получить результирующее ощущаемое изображение цветным, правда только в цветах, являющихся результатом смешения не трех, а двух основных цветов. В некоторых случаях, несмотря на ограниченную гамму результирующих цветов, двухцветное смешение оказывается вполне приемлемым.

В передающей камере установлена одна трубка с фотосопротивлением. На фотокатод трубки проецируются рядом два изображения: правое и левое. На пути световых лучей, образующих одно изображение, устанавливается сине-голубой фильтр, а на пути лучей другого изображения — красно-оранжевый фильтр. Наблюдение изображений может осуществляться в приемнике с одной или двумя трубками, однако изображения должны быть прикрыты аналогичными сине-голубым и красно-оранжевым фильтрами. Для раздельного наблюдения изображений могут использоваться зеркальный стереоскоп, поляроиды или растровая решетка.

Эта установка, вероятно, получит распространение, особенно в тех случаях, когда преобладание определенных цветов объектов известно, ибо в качестве основных цветов можно выбрать любые два дополнительных цвета, с тем чтобы в цветах, которые можно воспроизводить, присутствовал белый и известные преобладающие цвета.

http://elib.h10.ru

СОДЕРЖАНИЕ

http://elib.h16.ru

Цена 1 р. 35 к.